

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Requalificação de sistemas fluviais em ambiente urbano como instrumento de revitalização territorial

Pedro Amílcar Moreno

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Ordenamento do Território e Avaliação de Impactes

Orientador: Professora Doutora Maria Teresa Calvão

Co-Orientador: Mestre José Carlos Ferreira

Lisboa

2011

Agradecimentos

A realização desta dissertação não teria sido possível sem a ajuda de algumas pessoas. Assim gostaria de agradecer:

Ao Prof^o José Carlos Ferreira e à Prof^a Doutora Teresa Calvão pela orientação e apoio que me deram.

Ao Prof^o Paulo Diogo, sem o qual parte integrante desta dissertação dificilmente teria sido bem realizada.

Ao Prof^o Jorge Rocha do Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

À Eng^a Dulce Oliveira do Departamento Municipal de Estudos e Projectos do SMAS de Almada.

Ao João Seipião, sem o qual não teria sido possível executar grande parte do trabalho de campo envolvido.

À Filipa Joaquim e Sara Santos, pelo apoio e amizade que me deram e por todas as vezes que me “deram na cabeça” ao longo do meu percurso académico, ajudando-me assim a melhorar.

Aos restantes amigos que conheci ao longo destes anos, por toda a amizade e companheirismo que demonstraram. Para elas, beijos; para eles, abraços. A todos, muita felicidade.

Por último, um agradecimento com muito carinho para a minha mãe, pessoa sem a qual de certeza que esta dissertação não teria sido escrita. Agradeço todo o carinho que me tem dado ao longo dos anos, a paciência que teve e esperança que demonstrou ter em mim.

Sumário

A ausência de um correcto processo de ordenamento e planeamento territorial originou um uso e ocupação do solo inadequados causando a fragmentação dos sistemas naturais que os rodeiam e a sua consequente degradação. O processo de artificialização do meio natural ocorre sempre que o homem transforma o espaço de acordo com as suas necessidades e disponibilidade de recursos (Ferreira, 2009a). A urbanização é um dos processos de artificialização mais intensos e com impactos muito significativos sobre o território, recursos naturais em geral e sobre os sistemas fluviais em particular (Ferreira, 2009b). Na Área Metropolitana de Lisboa, o processo de urbanização e todas as actividades associadas, nomeadamente o sector imobiliário, tem incrementado o processo de transformação dos usos e ocupação dos solos, resultando num elevado grau de artificialização com impactos negativos e significativos no equilíbrio dos ecossistemas. Paralelamente, os próprios aglomerados urbanos começam a apresentar sinais evidentes de degradação do ambiente urbano com claras repercussões negativas para a qualidade de vida dos seus habitantes.

É neste contexto que a existência de sistemas fluviais em meio urbano devem ser vistos como uma oportunidade. Os sistemas fluviais, nomeadamente as linhas de água constituem elementos vitais e estruturantes nos processos de requalificação de espaços urbanos degradados. Um projecto de requalificação que tenha estes sistemas como eixo central poderá promover a melhoria do ambiente urbano e também a melhoria do sistema natural receptor a requalificar. As técnicas de Engenharia Natural, proporcionam uma alternativa viável e ecologicamente mais correcta, uma vez que utilizam métodos e técnicas que permitem uma intervenção sustentável e mais adequada ao meio receptor, corrigindo e minimizando problemas e possibilitando soluções mais adaptadas ao contexto onde se inserem tirando partido das funções naturais dos sistemas fluviais.

A presente dissertação discute a problemática da urbanização dos sistemas fluviais e tem como objectivo central a requalificação de uma linha de água em ambiente urbano degradado. Numa primeira fase, procedeu-se a uma análise espacial de toda a bacia hidrográfica com vista a uma caracterização territorial com o objectivo de conhecer a sua ocupação, o seu funcionamento, os principais problemas e constrangimentos bem como as suas oportunidades. Posteriormente e com base na análise espacial efectuada foi escolhido um troço de linha de água com o objectivo de elaborar uma Proposta de Requalificação e Valorização Ambiental. Esta proposta inclui a requalificação do troço escolhido, uma proposta de uso das margens compatível com a sua vulnerabilidade e necessidades dos habitantes (ex. agricultura urbana sustentável, criação de áreas de lazer e com fins educacionais, caminhos pedonais, ou simplesmente a reposição de margens com vegetação autóctone). Destaca-se ainda uma forte componente de educação e sensibilização da população afectada pela proposta com o objectivo de promover uma integração dos principais

actores locais em toda a fase de execução, nomeadamente através da criação de Postos de Atendimento ao Cidadão.

Abstract

The lack of a correct planning process regarding the territory land use led to an inadequate use of the soil, causing the fragmentation of the surrounding natural systems and their consequent degradation. The artificialization process of the natural environment occurs when man transforms his surroundings to suit his needs and the available resources (Ferreira, 2009a). Urbanization is one of the more demanding and significative impact causing soil artificialization processes regarding the territory, natural resources in general and fluvial systems in particular (Ferreira, 2009b). In the Lisbon Metropolitan Area the urbanization process and all it's associate activities, namely the real estate sector, have increased the transformation process of the uses and land use, resulting in a high degree of artificiality with significant negative impacts on ecosystem balance. In parallel, the very urban areas begin to show clear signs of deteriorating urban environment with clear negative implication for the quality of life of it's inhabitants.

It is in this context that the existence of fluvial systems in urban areas should be seen as an opportunity. Fluvial systems, namely streams, are considered vital elements in the requalification of degraded urban areas. A requalification project that has these systems as his central axis may promote the improvement of the urban environment and also the improvement of the natural receptor to requalify. Natural Engineering techniques provide a viable and more ecologically correct alternative since it uses methods and techniques that enable a more sustainable and appropriate intervention to the receiving environment, minimizing and correcting problems and providing solutions tailored to the context in which they operate by taking advantage of the natural functions of fluvial systems.

This essay discusses the problem of fluvial systems urbanization and has as it's main objective the requalification of a stream inserted in a degraded urban environment. Initially, it was conducted a spacial analysis of the entire basin in order to obtain a territorial characterization with the objective of knowing it's occupation, its functioning, main problems, constraints and opportunities. Subsequently, and based on the spatial analysis carried out, it was chosen a section of the stream with the objective of elaborating a Rehabilitation and Environmental Improvement Proposal. This proposal includes the requalification of the chosen section of the stream, a proposal of using the margins according to it's vulnerability and the needs of the inhabitants (eg. Sustainable urban agriculture, recreational and educational areas, footpaths or simply to restore the native vegetation to the margins). A very strong education and sensibilization component towards the affected population is included in the proposal with the objective of promoting the integration of the key local actors throughout the implementation phase, namely though the creation of the Citizen Service Points.

Simbologia e Notações

A – área

ALPIN – Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica

AML – Área Metropolitana de Lisboa

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

ARH – Administração de Região Hidrográfica

BHRA – Bacia Hidrográfica das Ribeiras de Almada

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CMA – Câmara Municipal de Almada

CMS – Câmara Municipal do Seixal

D – diâmetro

DGA – Direcção Geral do Ambiente

DPH – Domínio Público Hídrico

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

EUA – Estados Unidos da América

FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia

FISRWG – Federal Interagency Stream Restoration Working Group

h – altura de precipitação total

h_0 – perdas iniciais

h_u – altura de precipitação útil

i – declive

ICN – Instituto de Conservação da Natureza

ICNB – Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade

IGP – Instituto Geográfico Português

INMG – Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica

ISA – Instituto Superior de Agronomia

K – factor de ponta

k_c – coeficiente de compacidade

k_f – factor de forma

k_s – coeficiente de rugosidade

L – comprimento

LiRiLi – Living River Liesing

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

m – metro

MA – Ministério do Ambiente

MAOTDR – Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional

mm – milímetro

N – número de escoamento

P – perímetro

PBH – Plano de Bacia Hidrográfica

PD – precipitação diária

PDM – Plano Director Municipal

PDMA – precipitação diária máxima anual

PGBH – Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica

PMOT – Plano Municipal de Ordenamento do Território

PNA – Plano Nacional da Água

POA – Plano de Ordenamento de Albufeira

POE – Plano de Ordenamento de Estuário

PP – Plano Pormenor

PROT- Plano Regional de Ordenamento do Território

PU – Plano de Urbanização

Q_p – caudal de ponta de cheia

R – raio hidráulico

RAN – Reserva Agrícola Nacional

REN – Reserva Ecológica Nacional

s – segundo

SERI – Society for Ecological Restoration International

SIPNAT – Sistema de Informação do Património Natural

t – tempo de duração total da chuvada

t_c – tempo de concentração

t_p – tempo de crescimento

t_r – tempo de duração da precipitação útil

U – velocidade

UNL – Universidade Nova de Lisboa

UTL – Universidade Técnica de Lisboa

γ - peso específico

\bar{i} - intensidade média da precipitação

τ_ω - tensão de arrastamento

Índice de Matérias

Agradecimentos.....	iii
Sumário	v
Abstract	vii
Simbologia e Notações.....	ix
Índice de Matérias	xi
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas	xv
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objectivos e âmbito.....	2
1.3. Estrutura da dissertação	2
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1. Requalificação e Valorização Territorial	5
2.1.1. O (des)ordenamento do território em Portugal	5
2.1.2. Os PDM como instrumentos de ordenamento local	6
2.1.3. O sistema ambiental como meio de valorizar o território	7
2.2. Os Sistemas Fluviais.....	11
2.2.1. A importância das linhas de água ao longo dos tempos	11
2.2.2. O corredor fluvial	13
2.2.3. Funções do corredor fluvial em pequenas linhas de água em ambiente urbano	17
2.2.4. Morfologia e dinâmica fluvial	19
2.2.5. Impactes passíveis de ocorrerem nos sistemas fluviais	22
2.3. Requalificação Fluvial	26
2.3.1. Conceitos e medidas de resolução dos problemas de sistemas fluviais	26
2.3.2. A engenharia natural.....	28
2.3.3. Técnicas de EN utilizadas na requalificação de sistemas fluviais	31
2.3.4. Exemplos de programas e planos de recuperação de sistemas fluviais	35
3. Enquadramento Legal	39
3.1. Lei da Água	39
3.2. Planos Regionais de Ordenamento do Território.....	40
3.3. Planos Municipais de Ordenamento do Território.....	40
3.4. Planos de Bacia Hidrográfica	41
3.5. Planos de Ordenamento de Estuários	42
3.6. Reserva Ecológica Nacional.....	43

3.7.	Domínio Público Hídrico	45
3.8.	Avaliação e Gestão dos Riscos de inundação	47
3.9.	Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental das Cidades	48
4.	Metodologia	49
5.	Caracterização e Enquadramento	59
5.1.	Bacia Hidrográfica das Ribeiras de Almada.....	59
5.1.1.	Elementos Geomorfológicos	60
5.1.2.	Análise das Características Morfométricas	66
5.1.3.	Caracterização Hidro-Climática	68
5.1.4.	Caracterização Biogeográfica	71
5.1.5.	Fauna e Flora	74
5.1.6.	Uso do Solo.....	75
5.1.7.	Impactos da Urbanização	82
5.1.8.	Seleção da Área de Intervenção	84
5.2.	Área a intervir	85
5.2.1.	Elementos Geomorfológicos	85
5.2.2.	Análise das Características Morfométricas e Hidráulicas	88
5.2.3.	Uso do solo: área urbana	90
5.2.4.	Identificação dos problemas existentes no Troço	91
6.	Proposta de Requalificação e Valorização Ambiental.....	93
6.1.	Proposta de Requalificação: Troço 1	97
6.2.	Proposta de Requalificação: Troço 2	102
6.3.	Análise SWOT	108
7.	Conclusão	111
	Bibliografia	113
	Anexos.....	119

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Exemplo da constituição de um sistema fluvial (Fonte: Amorim, 2005)	14
Figura 2.2 - Exemplo de uma geossérie ripícola mediterrânica (Fonte: Moreira <i>et al</i> , 1999).....	16
Figura 2.3 - Curva de Hjulströms (Adaptado de Knighton, 1989)	21
Figura 4.1 - Esquema da Metodologia	49
Figura 4.2 - Estações e respectivo polígono de Thiessen utilizados para estimar a PDMA ₁₀₀	54
Figura 4.3 - Divisão do troço principal de acordo com a geometria hidráulica dos sub-troços	56
Figura 5.1 - Enquadramento da BHRA (Fonte: IGP, 2004).....	59
Figura 5.2 - Rede Hidrográfica (Adaptado de IGP (2002)).....	60
Figura 5.3 - Hipsometria (m) (Fonte: Carta altimétrica 1:25000 do IGP (2002))	61
Figura 5.4 - Declive (%) (Fonte: Carta altimétrica 1:25000 do IGP (2002))	63
Figura 5.5 - Exposição de vertentes (Fonte: Carta altimétrica 1:25000 do IGP (2002)).....	64
Figura 5.6 - Litologia da BHRA (Fonte: APA (2007))	65
Figura 5.7 - Divisão da BHRA por sub-bacias (Adaptado de IGP (2002)).....	67
Figura 5.8 - Diagrama ombrométrico da estação meteorológica do Lavradio.....	70
Figura 5.9 - Diagrama de balanço hídrico do solo da estação meteorológica do Lavradio.....	70
Figura 5.10 - Carta Ecológica (Fonte: APA, 2007)	71
Figura 5.11 - Carta Fitogeográfica (Fonte: APA, 2007).....	72
Figura 5.12 - Carta Biogeográfica (Fonte: APA, 2007).....	73
Figura 5.13 - Carta de Ocupação do Solo de 1958.....	77
Figura 5.14 - Carta de Ocupação do Solo de 1982	78
Figura 5.15 - Carta de Ocupação do Solo de 2004	79
Figura 5.16 - Ganhos e perdas (%) de cada uso do solo entre 1958 e 2004	80
Figura 5.17 - Usos substituídos pela urbanização entre 1958 e 2004	81
Figura 5.18 - Carta de Ocupação do Solo para 2004 em maior detalhe	82
Figura 5.19 - Usos do solo presentes no DPH da rede hidrográfica	83
Figura 5.20 - Troço a estudar e respectivo DPH (10M)	87
Figura 5.21 - Número de edifícios por período de construção (Adaptado de INE (2001))	90
Figura 6.1 - Divisão da área a requalificar de acordo com o Troço	94
Figura 6.2 - Traçado original vs traçado proposto para o início do Troço 1.....	94
Figura 6.3 - Estrangulamento do canal no início do Troço 1 (Corroios, Dezembro de 2010)	95
Figura 6.4 - Proposta de Requalificação.....	96
Figura 6.5 - Vista transversal do início e fim do Troço 1 (Corroios, Dezembro de 2010).....	97
Figura 6.6 - Vista transversal do Troço 1 após a requalificação: início do troço (acima) e fim do troço (abaixo).....	98
Figura 6.7 - Zona reservada para as Hortas Urbanas Propostas: antes (acima; Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)	100
Figura 6.8 - Zona reservada para o Parque Infantil e Parque Desportivo: antes (acima; Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)	102
Figura 6.9 - Estado actual do Troço 2: 2A (acima) e 2B (abaixo) (Corroios, Dezembro de 2010).....	103
Figura 6.10 - Aspecto esperado para o Troço 2: 2A (acima) e 2B (abaixo)	104
Figura 6.11 - Aspecto esperado para o Parque de Estacionamento e Parque de Merendas: antes (acima, Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)	105
Figura 6.12 - Zona reservada para o Parque para skates e Esplanada: antes (acima Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)	106

Figura 6.13 - Aspecto esperado para a parte final do Troço 2 (Rua dos Corticeiros): antes (acima Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)	107
Figura 1.1 - Equipamento para desporto a utilizar no Parque Desportivo (Fonte: Soinca, 2008).....	122
Figura 1.2 - Exemplos de estruturas em plástico 100% reciclado a utilizar (Fonte: Extruplás, 2010) .	124

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Classificação das partículas de acordo com a escala de Wentworth (Adaptado: Selley, 1982; Knighton, 1989; Cardoso, 1998).....	21
Tabela 2.2 - Distribuição das actividades humanas de acordo com o nível do impacte (Adaptado: Saraiva, 1999)	23
Tabela 2.3 - Relação entre as actividades e os impactos que esta provoca (Adaptado: Morisawa, 1985; FISRWG, 1998; Saraiva, 1999)	24
Tabela 2.4 - Relação área impermeabilizada/escorrências superficiais (Fonte: Paul e Meyer, 2001) ..	25
Tabela 2.5 - Síntese de medidas não-estruturais e estruturais a considerar na requalificação de sistema fluviais (Adaptado: Saraiva, 1999)	27
Tabela 2.6 - Vantagens e desvantagens do uso da vegetação como material de construção face aos materiais inertes (Adaptado: Fernandes, 1987; Saraiva, 1999)	30
Tabela 2.7 – Exemplo de espécies ripícolas encontradas na zona Centro e/ou Sul de Portugal (adaptado de Prada & Arizpe, 2008).....	31
Tabela 2.8 - Síntese de algumas técnicas utilizadas em engenharia natural (Fonte: FISRWG, 1998; Gonzalez del Tánago e Garcia de Jalón, 1998; Saraiva, 1999; AIPIN, 2003; Teiga, 2003; Venti et al, 2003; De Antonis & Molinari, 2007)	32
Tabela 4.1 - Valores de K_s utilizados para a caracterização da geometria hidráulica dos troços (Fonte Chason, 2004; Lencastre, 1991).....	56
Tabela 5.1 - Relação entre as classes da carta hipsométrica e a percentagem da BHRA a que correspondem	62
Tabela 5.2 - Relação entre as classes de declive e a percentagem da BHRA a que correspondem	62
Tabela 5.3 - Exposição de vertentes (%)	64
Tabela 5.4 - Valores dos parâmetros utilizados para a caracterização morfométrica da BHRA e suas sub-bacias.....	66
Tabela 5.5 - Síntese dos valores das variáveis climáticas (Fonte: INMG, 1991)	69
Tabela 5.6 - Variação (%) do uso do solo entre 1958 e 1982	77
Tabela 5.7 - Variação (%) do uso do solo entre 1982 e 2004	80
Tabela 5.8 - Exposição de vertentes (%) para o troço em estudo	86
Tabela 5.9 - Coeficientes de Thiessen calculados para as estações meteorológicas.....	88
Tabela 5.10- Resultado dos testes efectuados á Lei de Gumbel	88
Tabela 5.11 - Valores utilizados para calcular a PDMA através da Lei de Gumbel.....	89
Tabela 6.1 - Resultados da análise SWOT	109
Tabela 1.1 - Caracterização da fauna potencial (Fonte: SIPNAT)	119
Tabela 1.2 - Dados de PMDA (mm) utilizados (Fonte: SNIRH)	121

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Nas últimas três décadas Portugal passou por profundas transformações na estrutura da ocupação do seu território, transformações essas que reflectem as mudanças na estrutura económica e social. Estas alterações são acompanhadas de fluxos migratórios significativos que têm obrigado a uma reflexão sobre a importância e funções dos vários aglomerados urbanos. Além disso, verificou-se nos últimos 10 anos um aumento de cerca de 50% das áreas urbanas, aumento esse que ocorreu sem ter havido um aumento da população e com a ausência de políticas de ordenamento do território e planeamento urbano eficazes. Assim, ao longo de três décadas observaram-se vários erros urbanísticos graves que, tanto quanto possível, seria aconselhável serem corrigidos. Estes erros criaram diversas situações de degradação das cidades tais como o aumento da construção civil, a ocupação desordenada do solo, o aumento do tráfego nas cidades, a degradação dos seus subúrbios, o abandono dos centros históricos e a degradação dos elementos naturais inseridos na malha urbano, elementos como os espaços verdes, linhas de água urbanas ou frentes de mar. Verifica-se assim que a vida urbana tornou-se a fonte de alguns dos principais problemas ambientais sentidos pela população (Afonso, 2007; Correia *et al*, 2000).

Neste contexto torna-se claro que qualquer acção de requalificação urbana e valorização ambiental não deve deixar de assumir uma vertente correctora pedagógica relativamente aos erros cometidos no passado. Para além disso, dado o aumento da exigência dos cidadãos em relação à qualidade de vida nas cidades, nomeadamente em relação à qualidade dos espaços públicos e suas componentes ambientais, estas acções devem também reflectir esta nova geração de questões que reflectem uma nova cultura de exigência e ambição (Correia *et al*, 2000).

As intervenções em sistemas fluviais degradados têm sido consideradas como oportunidades para a requalificação e valorização ambiental das cidades dada a relação simbiótica entre estas e os cursos de água por si atravessados. Estas intervenções constituem um factor chave para a atracção da população e consequentemente para a implantação de novas actividades, o que se reflecte a nível de competitividade entre as cidades. O potencial destas zonas em termos ambientais e paisagísticos confere um valor único ao espaço público, o que paralelamente a intervenções de regeneração urbana, permite gerar mais-valias significativas em termos económicos decorrentes da alteração física e funcional do espaço (Patrício, 2009).

Tendo em conta a simbiose referida, é claro o papel fundamental que os sistemas fluviais assumem na dinâmica do sistema urbano. No entanto a articulação do rio com a cidade em sede de planeamento urbano é por vezes complexa, nomeadamente pela integração dos objectivos sócio-económicos com os objectivos ambientais. A necessidade de integração das linhas de água nos processos de planeamento urbano é várias vezes repetida em documentos europeus orientadores

como a *“Estratégia Temática sobre o Ambiente Urbano”*, a *“Carta de Leipzig”* ou a *“Carta de Aalborg”*. Estes documentos consideram a integração adequada dos espaços verdes nas cidades como forma de promoção da qualidade de vida urbana através da qualificação ambiental e paisagística, contribuindo deste modo para a sustentabilidade urbana (Patrício, 2009).

Juntando as duas componentes atrás referidas, vertente pedagógica das acções de requalificação e o aumento da exigência dos cidadãos em relação à qualidade do ambiente urbano, é possível observar as oportunidades apresentadas nas operações de requalificação das linhas de água urbanas.

1.2. Objectivos e âmbito

A presente dissertação tem como objectivos principais a elaboração de uma proposta de requalificação de um troço de uma linha de água, possibilitando esta requalificação a revitalização da zona adjacente a este através da integração da linha de água no tecido urbano e a promoção da biodiversidade a nível local. A premissa base para a dissertação foi a integração entre o sistema natural degradado e o sistema urbano que o rodeia.

Para atingir os seus objectivos a proposta irá assentar em três vertentes:

- Requalificação hidráulica, através da reabilitação do curso de água no sentido de manter ou recriar as funções fluviais do linha de água;
- Requalificação ecológica, através da recriação completa ou parcial do corredor ripário, se possível;
- Requalificação urbano-ambiental, através do enquadramento da linha de água e margens no ambiente urbano.

O objectivo secundário da dissertação consiste na elaboração da proposta não recorrendo a técnicas tradicionais de engenharia mas sim recorrendo a técnicas de engenharia natural de modo a resolver quaisquer problemas que existam no troço para o qual a proposta se destina.

1.3. Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em sete capítulos denominados *“Introdução”*, *“Revisão da Literatura”*, *“Enquadramento Legal”*, *“Metodologia”*, *“Caracterização e Enquadramento”*, *“Proposta de Requalificação”* e *“Conclusão”*.

Dada a multidisciplinaridade do tema, a Revisão da Literatura será dividida em três subcapítulos intitulado *“Requalificação e Valorização Territorial”*, *“Os Sistemas Fluviais”* e *“Requalificação Fluvial”*

No subcapítulo *“Requalificação e Valorização Fluvial”* será abordada a problemática da falta de planeamento urbano no passado, levando essa falha à degradação dos sistemas naturais na actualidade. No subcapítulo *“Os Sistemas Fluviais”* aborda-se a constituição, relação com o Homem,

morfologia e dinâmica destes sistemas. Na “Requalificação Fluvial” serão abordados conceitos sobre este tema e técnicas de engenharia natural utilizadas nos sistemas fluviais.

No “Enquadramento Legal” enunciam-se os instrumentos em vigor, ou futuros instrumentos que possam entrar em vigor e que possam influenciar a área em estudar.

Na “Metodologia” são apresentados em detalhe os métodos utilizados em cada uma das etapas de caracterização do caso de estudo.

A “Caracterização e Enquadramento” será dividida em duas fases. Na primeira fase tratar-se-á da caracterização e enquadramento de toda a bacia hidrográfica das linhas de água em estudo e na segunda fase vai-se fazer um estudo à escala do troço sendo objecto deste estudo a linha de água e as respectivas margens.

O capítulo “Proposta de Requalificação” irá incidir sobre a área estudada na segunda fase do capítulo anterior. Relativamente ao troço propriamente dito, será apresentada uma proposta de requalificação utilizando técnicas de engenharia natural. A requalificação das margens será apresentada sob uma óptica de valorização destas tendo em conta a presença de um curso de água e possíveis situações de inundações que possam ocorrer.

No último capítulo serão apresentadas as conclusões e desenvolvimentos futuros desta dissertação.

2. Revisão da Literatura

2.1. Requalificação e Valorização Territorial

2.1.1. O (des)ordenamento do território em Portugal

O ordenamento do território, pensado de uma forma global e coordenada, é recente em Portugal, sendo a primeira geração de Planos Directores Municipais (PDM) dos anos 80 a primeira grande experiência de articulação de políticas relativas ao território.

As modificações tecnológicas trazidas pela revolução industrial no século XIX introduziram transformações no território diferentes das que vinham ocorrendo até essa data, correspondendo neste período a última modificação fundamental que as cidades sofreram na era moderna (Partidário, 1999).

Esta revolução potenciou o progresso tecnológico nos sectores agrícola, industrial e de serviços, levando a um aumento da sua produtividade. Um número crescente de habitantes começa a reclamar por um aumento no fornecimento de bens e serviços, originado assim condições para um aumento da população. Este aumento, aliado a um desenvolvimento das vias e meios de comunicação leva a um aumento da mobilidade, permitindo assim uma maior facilidade no deslocamento da população e uma redistribuição desta pelo território de forma rápida e instável (Gómez Orea, 2008). Em Portugal a migração das populações tem maior destaque durante as décadas de 50 e 60 do século passado.

Numa tentativa de potenciar o desenvolvimento do país, em 1953 é criado o I Plano de Fomento (1953-1958). No entanto, relativamente ao ordenamento do território, este plano é restrito e limitado, sendo o seu grande objectivo a elevação do nível de vida das populações e assegurar melhores condições de emprego. No II Plano de Fomento (1959-1964) já estão contemplados objectivos de desenvolvimento regional visando a correcção das assimetrias regionais, sendo somente no III Plano de Fomento (1968-1973) destacado o planeamento regional das restantes políticas, referindo este plano a urgência de se definir um esquema geral do ordenamento do território. No seguimento deste plano foi elaborado o Relatório para o Ordenamento do Território, estando neste definidas linhas e critérios de uma política de ordenamento. No entanto, embora aprovado na generalidade, este nunca chegou a ser publicado. O IV Plano de Fomento (1974-1979) adopta como objectivo indispensável o ordenamento do território e a correcção gradual dos desequilíbrios regionais de desenvolvimento. No entanto a sua realização foi interrompida pela Revolução de 25 de Abril de 1974, sendo a sua aplicação de apenas 4 meses (Pinto, 2009).

Tendo presente o referido, compreende-se que devido a assimetrias existentes no país tenha ocorrido um êxodo rural para o litoral com efeitos verificados no território a nível do abandono e

consequente degradação de campos, aldeias e vilas e o crescimento descontrolado das manchas suburbanas, sobretudo na área de Lisboa. Apesar dos sucessivos planos em vigor, este rápido crescimento não obedecia a qualquer plano de ordenamento ou contrariava as normativas em vigor. Após a suspensão do IV Plano de Fomento e já durante a implantação do regime democrático, no período revolucionário, assiste-se à mistura dos anseios de crescimento económico com o de prosperidade social e o desejo de melhorar o ordenamento do território. No entanto, muitas das decisões políticas eram contraditórias, estando aí incluídas alguma legislação e intervenções fragmentadas, nomeadamente a tentativa de um plano de ordenamento para o Algarve e as acções de recuperação urbanística dos aglomerados de génese ilegal que surgiram na década de 70 numa tentativa de combater o problema de falta de habitação. O resultado destas decisões foi o acentuar do caos, a vários níveis, nos campos, cidades e suas periferias (MAOTDR, 2007; Pestana *et al*, 2009; Pinto, 2009).

Um exemplo concreto dos efeitos resultantes da falta de planeamento ou planeamento ineficiente pode ainda ser observado na margem sul do rio Tejo, nos municípios de Almada e Seixal. Após a construção da Ponte 25 de Abril (antiga Ponte Salazar) em 1966, observou-se uma rápida expansão das zonas urbanas nestes municípios, tendo estas triplicado entre 1958 e 1995. Em 1958 estes municípios tinham uma vocação predominantemente agrícola e florestal, com pequenas áreas urbanas. Devido à ausência de um instrumento de planeamento o resultado foi a fragmentação destes espaços, provocando a sua descontinuidade e invertendo-se a situação, verificando-se em 1995 um uso predominantemente urbano do solo, existindo pequenas áreas agrícolas e florestais fragmentadas (Tenedório, 1998; Correia, 2003).

2.1.2. Os PDM como instrumentos de ordenamento local

De modo a conceder aos municípios um maior controlo do seu desenvolvimento económico e social ao nível das suas relações com o ordenamento do território, foi aprovado o Decreto-Lei nº 208/82 de 26 de Maio, estabelecendo este diploma o regime jurídico do planeamento a nível local através da obrigatoriedade dos municípios à elaboração de um PDM, sendo no ano seguinte criados os Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) através do Decreto-Lei nº 338/83. Uma falha do Decreto-Lei nº 208/82 foi o facto de este diploma não estabelecer um prazo para a elaboração dos PDM's, sendo este prazo posteriormente definido pelo Decreto-Lei nº 69/90 de 2 de Março como um ano após a sua publicação. Estes planos eram regulamentos administrativos de uso do solo que delimitavam a iniciativa das particulares e das instituições públicas. Apesar de serem um primeiro passo no sentido de controlar o seu território, os PDM's de primeira geração dão predomínio ao planeamento urbanístico, subalternizando a este o planeamento dos recursos (MAOTDR, 2007).

Apesar de ser um avanço relativamente à falta de planeamento a nível local, estes planos além de darem prioridade ao planeamento urbano são elaborados individualmente por cada município, originando assim descontinuidades no mosaico territorial.

A segunda geração de PDM's está enquadrada pela Lei de Bases do Ordenamento do Território (Lei n° 48/98 de 11 de Agosto) e pela legislação que enquadra os instrumentos de planeamento territorial (Decreto-Lei n°380/99 de 22 de Setembro, alterado pelo Decreto-Lei n° 310/2003 de 10 de Dezembro). De acordo com estes diplomas, esta nova geração de PDM's é elaborada com base numa estratégia de desenvolvimento local, integrando esta estratégia as opções de desenvolvimento definidas pelos instrumentos de planeamento de nível nacional, regional e sectorial para o território municipal. Estes novos planos estabelecem a estrutura espacial, classificação do solo, parâmetros de ocupação e desenvolve a qualificação do solo urbano e rural (Avelino, 2005; MAOTDR, 2007).

Sendo uma melhoria relativamente aos seus antecessores, esta segunda geração de PDM's continua a ter falhas relativamente à protecção dos ecossistemas presentes no território municipal, nomeadamente da estrutura ecológica. Este instrumento que regulamenta as ocorrências e os sistemas naturais no território municipal continua de certa forma vulnerável à primazia dada ao planeamento urbano, facto presente no n° 4c) do artigo 73° do Decreto-Lei 380/99, onde é possível ler "A qualificação do solo urbano determina a definição do perímetro urbano, que compreende (...) os solos afectos à estrutura ecológica necessários ao equilíbrio do sistema urbano.". Uma interpretação deste ponto do diploma tem sido utilizada para classificar solos afectos à estrutura ecológica como urbanos. Tal verifica-se pois os incentivos económicos criados após a Revolução de 25 de Abril de 1974 (aumento do valor económico de solo após a sua classificação como urbano ou urbanizável), incentivos destinados a suprir uma carência de habitações verificada na altura, ainda se mantém nos dias de hoje apesar do contexto sócio-económico ser diferente, permitindo um aumento do solo classificado como urbano nos municípios juntamente com uma diminuição ou fragmentação da estrutura ecológica definida e dos ecossistemas municipais em geral.

Num contexto de fragmentação, degradação e desvalorização dos sistemas naturais presentes no território, torna-se necessário a elaboração de estratégias/planos que procurem recuperar parte deste sistema e integrá-lo no novo contexto em que se insere. Deste modo, a existência de ferramentas como o Programa Polis Cidades e Polis Litoral e outros eventuais projectos de recuperação e valorização ambiental permitem a recuperação desta componente ambiental dentro do meio urbano.

2.1.3. O sistema ambiental como meio de valorizar o território

De acordo com Gómez Orea (2008), Mc Harg, perito em arquitectura paisagística e planeamento regional, considera os processos biológicos como recursos naturais e que estes deveriam ser considerados como critérios orientadores a quando da elaboração de planos de gestão do território.

Esta teoria, apresentada em 1969 no seu livro *“Design with Nature”*, considera que estes processos funcionam como indicadores das condições existentes no território e determinam os usos do solo, contrariando assim a orientação económica que tem guiado a localização, forma e crescimento dos aglomerados urbanos.

Segundo a teoria de Mc Harg seria necessário, a quando da elaboração de planos de gestão territorial, integrar a componente ambiental como linha orientadora da elaboração destes. No entanto tal não é verificado, existindo tanto a nível nacional como a nível regional e local um modelo de gestão centrado ainda na planificação tendo a componente económica como linha orientadora, resultando em muitos casos na fragmentação e/ou degradação de sistemas ambientais de conservação prioritária. Nestes casos é necessário recorrer a medidas de remediação para tentar salvaguardar o que resta desta componente resultando em planos que, não podendo restaurar os ecossistemas fragmentados, tentam integrá-los no seu novo contexto. Assim é possível verificar a existência de planos ou projectos de requalificação de espaços verdes, cursos de água, sistemas litorais, entre outros, de modo a torná-los total ou parcialmente funcionais apesar de estes se encontrarem completa ou parcialmente inseridos na malha urbana. Estes planos de requalificação dos sistemas naturais, apesar de não ser a situação ideal para tratá-los, permite que após o desenvolvimento dos aglomerados urbanos e degradação dos sistemas naturais presentes, estes sejam recuperados, possibilitando a existência desta componente que, apesar de minimizada, permite à população um contacto com o ambiente natural ou o mais naturalizado possível. Este recuperar da relação população/natureza permite valorizar o território tanto a nível social, como a nível ambiental e, em alguns casos, a nível económico. Em Portugal o exemplo que se destaca relativamente à valorização ambiental em meio urbano é o Programa Polis.

O Programa Polis – Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental das Cidades foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº 26/2000 de 15 de Maio. De acordo com este diploma, o Programa Polis foi criado devido à crescente percepção que, na actualidade, o “ambiente” é considerado em larga medida o “ambiente nas cidades”. A vida urbana tornou-se assim a fonte de alguns dos principais problemas ambientais, tanto a nível da saúde pública como a nível de disfunções e incomodidades como o ruído ou os congestionamentos. No entanto, os cidadãos gostam, e também precisam, de viver em aglomerados urbanos que propiciem elevados níveis de conforto e constituam pólos de atracção e lazer. A busca desses elevados níveis de conforto não é uma mera questão de melhoria de parâmetros ambientais, havendo uma identidade em várias cidades que é preciso valorizar, dado ser exactamente aí que reside a diferenciação e a atractividade. Deste modo, a melhoria da qualidade do ambiente urbano e a requalificação urbana são indissociáveis quando se pretende promover o desenvolvimento sócio-económico e a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.

Este programa tem assim como principal objectivo a melhoria da qualidade de vida nas cidades, através de intervenções nas vertentes urbanística e ambiental, melhorando a atractividade e a competitividade de cidades que tenham um papel relevante na estruturação do sistema urbano nacional. Não sendo um instrumento que pretende resolver todas as questões ambientais e urbanísticas das cidades, este programa foi elaborado de modo a ter um efeito demonstrativo do que é necessário mudar no panorama ambiental e urbanístico das cidades através de intervenções consideradas exemplares, com base em parcerias entre os municípios e o Governo, podendo estas assim servir de referência para outras acções a desenvolver pelas autarquias locais (Correia *et al*, 2000; Queirós & Vale, 2005; Pestana *et al*, 2009).

Alguns exemplos de intervenções no âmbito do Programa Polis são:

– **Polis Leiria**

O Programa Polis em Leiria foi iniciado em 2000, tendo sido concluído em 2007. Em projecto abrangeu as margens do rio Lis e a zona histórica da cidade. As acções desenvolvidas no âmbito deste projecto foram entendidas como sendo, no seu conjunto, uma intervenção integrada de regeneração urbana com uma forte componente de valorização ambiental visando a melhoria da qualidade do ambiente urbano e valorizando a presença do elemento natural que é o rio Lis. Para tal, entre outras acções, foi criada uma estrutura verde contínua, sendo nesta incluídos percursos pedonais e ciclovias nas margens do rio. Foi também reordenada a malha viária de modo a criar um espaço pedonal ligando o centro histórico ao rio e foram construídas pontes temáticas ao longo deste de modo a permitir um maior contacto entre a população e este elemento. Uma avaliação feita á satisfação dos agentes locais ao Polis de Leiria indica que o projecto que gerou maior satisfação foi a ciclovia e os percursos pedonais e o que gerou menor satisfação foram as pontes temáticas (Patrício, 2009).

– **Polis Cacém**

A intervenção do Programa Polis no Cacém abrange uma área de aproximadamente 45.5ha, representando uma operação de requalificação ambiental e urbana. As acções que suportam a intervenção consistem na regularização do leito de cheia da Ribeira das Jardas e a melhoria das condições de circulação viária na baixa do Cacém. Para complementar estas, existem outras acções, tais como a construção do Parque Linear e a beneficiação e extensão do Parque Urbano e o reperfilamento e renovação dos arruamentos existentes, sendo assim enquadrado um novo desenho para o espaço público. Será também construído um Centro de Interpretação e Monitorização Ambiental, o qual servirá, para além de desenvolver acções de educação ambiental, para o acompanhamento em contínuo dos diversos indicadores ambientais. Estão ainda previstas acções de regeneração/recomposição do património edificado, aproveitando-se assim as sinergias criadas pelas intervenções do Programa Polis (CACÉMPOLIS, 2003).

– **Polis Costa de Caparica**

Na Costa de Caparica a intervenção centra-se numa área de 650ha, compreendendo essa área a frente atlântica entre as praias do Norte e da Bela Vista, a frente urbana e a zona rural a nascente do centro urbano, a área das dunas sul entre o centro e a foz do Rego além de uma zona de matas localizadas a nascente da Fonte da Telha. A intervenção compreende a remodelação do actual paredão e a requalificação do espaço público na frente de praias entre a Praia do Norte e a Nova Praia, o prolongamento da actual Avenida Marginal e a construção de estacionamento de apoio à frente de praias. Está ainda prevista a reabilitação das obras de defesa costeira e de alimentação artificial das praias com o objectivo de proteger o centro da Costa de Caparica e aumentar a capacidade destas praias. Estas acções pretendem requalificar a frente de praias urbanas com o objectivo de potenciar a qualidade de uso balnear e de actividades de desporto e lazer, orientar e enquadrar a procura de actividades associadas às potencialidades turísticas da zona em articulação com a actividade de pesca existente e a criação de mais espaço para o peão através do condicionamento e gestão do acesso automóvel à frente urbana de praias. Está também prevista a construção de um Jardim Urbano e a reestruturação do Bairro do Campo da Bola, vindo estas acções contribuir para a requalificação urbana e ambiental do centro da Costa de Caparica e da sua frente de praias. Será também construído um Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental que, além de desenvolver acções de sensibilização ambiental, proporcionará o acompanhamento em contínuo dos diversos indicadores ambientais (COSTAPOLIS, 2003).

– **Polis Viseu**

Na cidade de Viseu o Programa Polis irá intervir numa área de aproximadamente 141ha, desenvolvendo-se segundo dois eixos estruturantes, um no sentido Norte-Sul e outro no sentido Nascente-Poente.

No sentido Nascente-Poente a intervenção assenta na valorização ambiental da envolvente do rio Pavia, sendo esta materializada pela criação do Parque Linear, que estabelece a ligação entre os outros dois novos Parques Urbanos já previstos no PDM, sendo estes os Parques Urbanos da Aguieira e da Radical de Santiago, localizados respectivamente nos limites poente e nascente da zona de intervenção, concretizando deste modo um contínuo verde pedonal. No sentido Norte-Sul a intervenção compreende a requalificação do Espaço Público de Cava de Viriato, Monumento Nacional, de traçado octogonal, com cerca de 2000m de perímetro e uma área de 32ha. No limite sul da Cava está prevista a reestruturação da rede viária, permitindo a criação de uma praça e um contínuo pedonal até ao centro histórico. Está também prevista a valorização do Centro Histórico através da implementação de um acesso mecânico não poluente na Calçada do Viriato que será complementado por um sistema de transporte urbano (minibus) de modo a permitir a ligação entre o Cava de Viriato e o Centro Histórico. A requalificação da Calçada de Viriato, incluindo a criação de

novos espaços ajardinados de estada na sua envolvente, está também considerada nesta intervenção.

Na intercepção destes dois eixos situa-se o recinto da Feira de São Mateus, importante espaço público situado junto ao rio Pavia e local onde se realiza a Feira de São Mateus, feira anual de carácter fortemente popular. Tendo em conta que, o local se encontra subaproveitado durante o resto do ano e apresenta um elevado potencial quer a nível ambiental quer a nível urbano dado situar-se nas margens do rio Pavia, pretende-se proceder à sua requalificação urbana e valorização ambiental através da redefinição e recriação de todo o espaço, dotando-o de um novo Espaço Multiusos para feiras, exposições e eventos e integrando-o com a sua zona envolvente. De modo a interligar as intervenções referidas, serão criados circuitos pedonais e uma ciclovia com 6500m de extensão. Por fim, será também construído um Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental que, além de desenvolver acções de sensibilização ambiental, proporcionará o acompanhamento em contínuo dos diversos indicadores ambientais (VISEUPÓLIS, 2003).

2.2. Os Sistemas Fluviais

2.2.1. A importância das linhas de água ao longo dos tempos

Ao longo do tempo, os rios têm constituído uma paisagem natural e cultural de referência para o Homem, quer como fonte de água, como meio de comunicação e circulação ou como marco territorial que percorre e estrutura o espaço. No entanto, a relação do Homem com os rios não foi sempre a mesma ao longo do tempo, sendo possível distinguir cinco fases (Saraiva, 1999):

- Temor e Sacralização
- Harmonia e Ajustamento
- Controlo e Domínio
- Degradação e Sujeição
- Recuperação e Sustentabilidade

Durante a fase de Temor e Sacralização o Homem associava a água e os rios a rituais de purificação, perdão, castigo, vida ou morte. A publicidade que se faz às águas minerais na actualidade vem recriar ou fazer apelo a alguns mitos associados à água, nomeadamente a purificação e o rejuvenescimento (Saraiva, 1999).

A civilização egípcia é um exemplo do comportamento do Homem relativamente aos rios durante a fase de Harmonia e Ajustamento. Esta civilização tinha uma relação harmoniosa e sinérgica com o rio que estruturava o seu território. O aproveitamento dos solos inundados pelas cheias cíclicas do Nilo, o estabelecimento de parcelas limitadas por diques como áreas de retenção natural

onde as culturas aproveitavam os teores de humidade e os sedimentos depositados e o progressivo aperfeiçoamento destes procedimentos de ajustamento demonstram o entendimento e adequação à dinâmica dos processos naturais (Saraiva, 1999).

A fase de Controlo e Domínio é caracterizada pela vontade, ou necessidade, de controlar os rios, sendo esta característica observada nas civilizações hidráulicas mais antigas, desde a Suméria até às grandes obras de regularização fluvial e barragens da actualidade. Um exemplo de obras de regularização feitas na antiguidade é a intervenção feita no rio Eufrates. O uso das suas águas “disciplinadas” conduziu a um aperfeiçoamento hidráulico considerável, permitindo a criação de jardins luxuriantes e a recriação de um oásis. Durante o renascimento destaca-se o trabalho e investigação desenvolvido por Leonardo da Vinci no campo do estudo da dinâmica da água, da regularização fluvial e do controlo de cheias. No panorama nacional, é possível referir como exemplos a mudança do curso médio do Tejo no século XVI, o projecto de regularização do rio de Loures em 1760, o encanamento do rio Mondego no século XVIII, entre outros (Saraiva, 1999).

Na fase de Degradação e Sujeição observa-se a artificialização dos sistemas fluviais, com a modificação do seu regime e dinâmica e alteração e destruição de comunidades biológicas componentes dos seus ecossistemas. Observa-se também o uso dos rios como sistemas de recolha de resíduos, ocorrendo como resultado a alteração da qualidade das águas que serviam de recepção dos produtos resultantes da laboração industrial e das águas residuais de aglomerados. Devido a esta situação muitos rios começam a ficar degradados, transformando-se em elementos indesejáveis pelas populações e autoridades decisoras do ordenamento do espaço, sendo canalizados e eliminados da superfície do solo quando a sua dimensão o permite, originando deste modo graves e crescentes problemas, sobretudo face à ocorrência de cheias e inundações, agravando os prejuízos e efeitos pela obstrução e redução da capacidade de escoamento. Quando são de maiores dimensões e na impossibilidade da sua cobertura, transformam-se em canais artificializados, de cor e cheiro desagradáveis, sem vida animal ou vegetal ou com a presença de vegetação invasora desadequada ecologicamente (Saraiva, 1999).

Na fase de Recuperação e Sustentabilidade verifica-se uma mudança de atitude relativamente às questões ambientais, ocorrendo a contestação de algumas grandes infra-estruturas hidráulicas, fazendo cessar a sua concretização ou introduzindo alterações nos planos e projectos inicialmente previstos. Um dos primeiros sintomas desta atitude foi a obrigatoriedade estabelecida em alguns países, nomeadamente os EUA, à elaboração de Estudos de Impacte Ambiental (EIA) relativos à execução de empreendimentos hidráulicos. A partir da década de 70 do século XX estes estudos passaram a ser requeridos para a realização desse tipo de projectos, tendo sido exigidos a partir de 1985 na Comunidade Europeia. Assiste-se também ao desenvolvimento de atitudes e programas que visam considerar na gestão dos sistemas fluviais o seu potencial ecológico, diversidade, riqueza cénica e paisagística. Em alguns países têm sido levadas a cabo propostas para a recuperação e

inclusivamente restauro de rios degradados, com reposição da situação pré-existente à execução de obras de regularização e canalização efectuadas desde os finais do século XIX (Saraiva, 1999).

2.2.2. O corredor fluvial

Os sistemas fluviais constituem ecossistemas extremamente variados, com capacidade de suporte de populações humanas, animais e vegetais, possuindo um dinamismo e complexidade próprios. Devido à sua sobre exploração pelo Homem, à ocupação desordenada do território e má gestão dos recursos hídricos, o desempenho normal das funções dos cursos de água fica ameaçado, ocorrendo desequilíbrios no sistema, nomeadamente pela perda de habitats (desequilíbrios ecológicos), aparecimento de pragas e infestantes (desequilíbrios da cadeia trófica), alterações de caudais (cheias, assoreamentos, erosão) e dificuldades de drenagem dos terrenos adjacentes à linha de água, com efeitos negativos para o próprio Homem (Saraiva, 1999).

Durante a análise de um curso de água é importante não desvalorizar as funções desempenhadas pelas suas margens, dado que estas são zonas de transição entre a área permanentemente submersa e aquela que durante grande parte do ano permanece fora de água. Estas zonas têm função de filtro e habitat, induzindo efeitos positivos a nível ambiental e biológico nos terrenos envolventes. Além das funções que desempenham, as margens tem um papel essencial a nível do controlo do escoamento hídrico, interceptação de nutrientes, redução dos processos erosivos (controlo dos sedimentos), aumento da biodiversidade e valorização da paisagem (Amorim, 2005).

O facto dos sistemas fluviais serem sistemas abertos é um aspecto crucial a considerar durante a sua análise, sendo estes sistemas constituídos por vários subsistemas independentes, estando, no entanto, relacionados entre si. Estes subsistemas são o leito, o corpo de água, o corredor ripário e o sistema antrópico (Amorim, 2005).

O leito é o espaço físico por onde é drenada a água de escoamento, apresentando uma extensão variável, dependendo do volume de água escoada. Devido a esta característica, é possível observar quatro níveis distintos a que correspondem diferentes extensões do leito:

- Nível de estiagem: corresponde à altura de escoamento mínimo anual na época estival de menor precipitação;
- Nível médio: corresponde à altura média do escoamento ao longo do ano;
- Nível normal de cheia: refere-se à altura do escoamento máximo anual na época de maior precipitação;
- Nível máximo de cheia: Corresponde à zona inundável, sendo calculado em função de um determinado período de retorno.

A delimitação dos diferentes níveis do leito é normalmente feita recorrendo à vegetação uma vez que cada nível descrito é colonizado por comunidades vegetais diferentes. O leito pode ser mais ou menos meandrizado, dependendo este factor da dureza do substrato e das intervenções humanas. Nos cursos de água com um único canal a meandrização tende a ser mais acentuada à medida que se caminha para a foz, devido à deposição de sedimentos com a formação de solo aluvionar extremamente fértil. A meandrização é um processo natural de equilíbrio, podendo ser considerado como um mecanismo de resposta ao assoreamento, apresentando como vantagens a diminuição da velocidade de escoamento, melhoria da qualidade dos solos (solos aluvionares) melhoria da drenagem dos terrenos adjacentes; distribuição mais homogénea da humidade ao longo dos terrenos e promoção de uma maior diversidade de ecossistemas ribeirinhos (Pereira, 2001; Amorim, 2005).

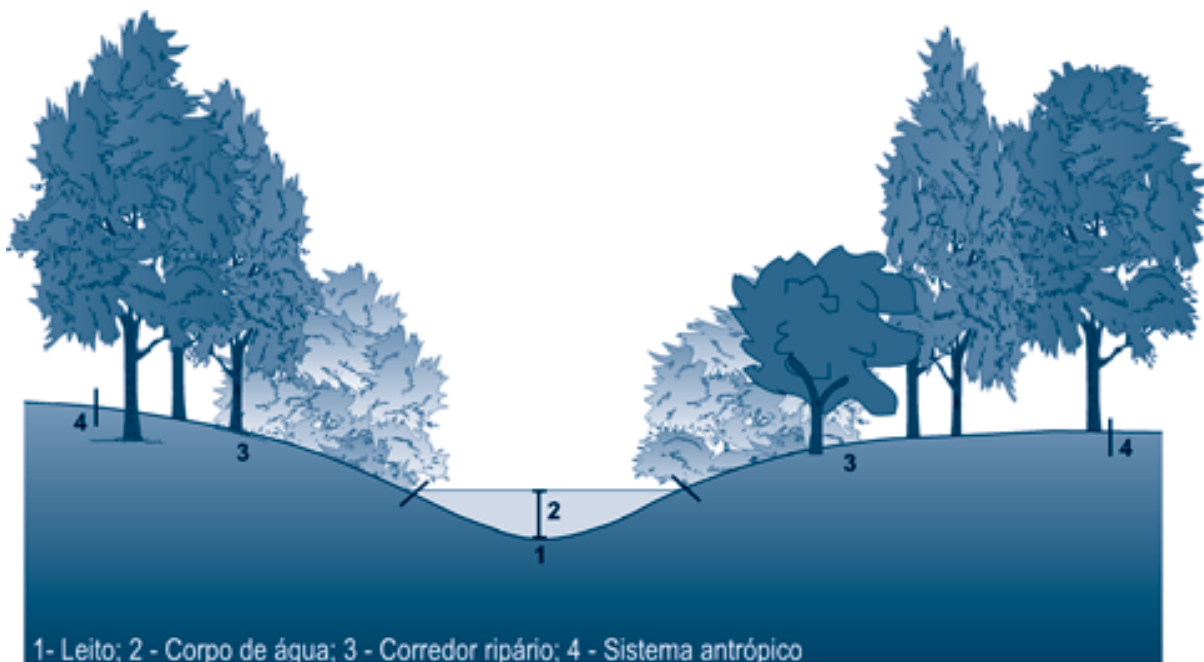


Figura 2.1 - Exemplo da constituição de um sistema fluvial (Fonte: Amorim, 2005)

O corpo de água é o elemento central dos sistemas fluviais. Este elemento possui uma dinâmica muito acentuada, variando a sua energia cinética de forma longitudinal, o que lhe confere a função de transporte de materiais provenientes da bacia hidrográfica.

A existência do corpo de água possibilita o desenvolvimento de fauna e flora distintas da existente na zona envolvente, nomeadamente a ictiofauna e algumas espécies de herpetofauna e mamíferos cuja vida depende da água corrente; em relação à flora, esta apresenta uma diversidade que é transversal ao corpo de água, em função de diferentes gradientes de humidade. Em relação ao corpo de água, é utilizado pelo Homem para diversos fins como o recreio, abastecimento e aproveitamento energético (Pereira, 2001).

O corredor ripário constitui as faixas que ladeiam os cursos de água, situando-se entre as cotas máximas e mínimas dos mesmos, englobando o sistema terrestre desde a cota superior do meio aquático até ao extremo da encosta onde a vegetação pode ser influenciada por cheias ou por outras condições hidrológicas tais como variações decorrentes das alterações do nível freático. O corredor ripário apresenta uma extensão transversal variável, sendo constituído por uma faixa estreita nas cabeceiras dos cursos de água de baixa ordem até uma vasta área nos vales de aluvião (Naiman & Décamps, 1997; Aguiar, 2004; Amorim, 2005; Carvalho, 2008).

As espécies ripícolas estão adaptadas a perturbações físicas e às variações hidrológicas sazonais e inter-anuais que dificultam ou até impedem a permanência de outras espécies no corredor ripário. Apesar de adaptadas, o problema que estas espécies enfrentam consiste na ocorrência de perturbações artificiais na velocidade da corrente, na largura do leito de cheia e nos valores dos caudais máximos e mínimos. Estas alterações podem promover a ocupação por espécies invasoras, podendo estas só por si alterar a morfologia do canal (Pereira, 2001).

Falando especificamente dos sistemas ribeirinhos mediterrânicos, estes caracterizam-se pela ocorrência de espécies vegetais bem adaptadas à alternância de condições edáficas de humidade e secura. Devido à existência de um período seco, os sistemas fluviais mediterrânicos apresentam uma grande variabilidade dos caudais que lá afluem, sendo este um importante factor selectivo para os organismos deste tipo de ecossistema, nomeadamente, para as plantas, apresentando estas uma elevada capacidade de adaptação à alternância de humidade e secura e uma grande capacidade de regeneração (Moreira *et al*, 1999).

Dentro dos sistemas ribeirinhos, e em função das características de cada local (clima, solo, fisiografia, grau de intervenção humana,...), as plantas agrupam-se constituindo comunidades de composição florística típica, sensivelmente constantes para situações ecológicas idênticas. A Fitossociologia, ciência que estuda estes agrupamentos da vegetação, designa estas unidades de associações. Cada associação caracteriza-se por um conjunto de espécies próprio, uma ecologia determinada e uma área de distribuição definida. Ao conjunto de associações que num mesmo local se sucedem ao longo do tempo em resultado dos fenómenos dinâmicos entre a vegetação e o meio dá-se o nome de sucessão, sendo o conjunto de associações que se substituem em função dos fenómenos de sucessão designados por série. Quando as séries se dispõem ao longo de um gradiente ambiental cujos efeitos se sobrepõem ao do clima atmosférico fala-se numa geossérie. No caso do gradiente ambiental ser a humidade do solo existentes nas proximidades das linhas de água denomina-se geossérie ripícola (Moreira *et al*, 1999; Moreira & Duarte, 2002).

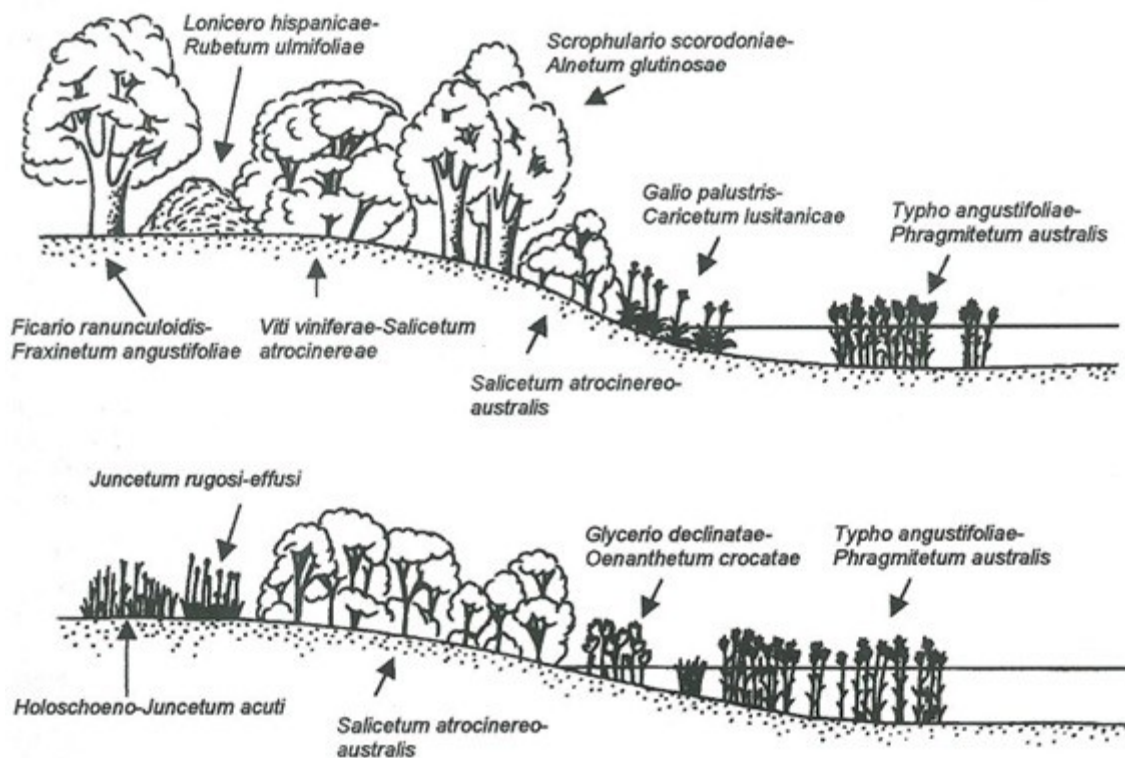


Figura 2.2 - Exemplo de uma geossérie ripícola mediterrânica (Fonte: Moreira *et al*, 1999)

Relativamente ao sistema antrópico, este pode ser agro-florestal, sendo constituído no geral por comunidades vegetais exóticas e a maior parte das vezes por monoculturas. No entanto, os agrossistemas contribuem muitas vezes para a diversificação da fauna que encontra nestes habitats locais de alimentação, refúgio e reprodução. No entanto, os sistemas antrópicos também podem ser em grande medida responsáveis pela degradação da qualidade do corpo de água e do ecossistema ribeirinho, quer pela poluição difusa, quer por efluentes industriais, urbanos e agrícolas. Neste último caso a degradação resulta do abandono de técnicas tradicionais e o recurso a técnicas mais mecanizadas e intensivas, com o objectivo de elevar a produção das culturas (Pereira, 2001; Amorim, 2005).

É importante salientar que o sistema antrópico e o corredor ripário constituem as margens do curso de água. Como foi referido, esta é uma zona de transição entre a área que pode estar permanentemente submersa, dependendo do regime do curso de água, e aquela que durante a maior parte do ano permanece fora de água. Tendo em consideração a multiplicidade de funções que esta zona desempenha, é necessário dar-lhe particular atenção sempre que se procede a uma intervenção num curso de água (Saraiva *et al*, 1998).

2.2.3. Funções do corredor fluvial em pequenas linhas de água em ambiente urbano

O corredor ripário e os cursos de água são considerados como um dos habitats mais complexos do planeta, devido à sua biodiversidade, dinamismo e produtividade primária, sendo prestadores de vários serviços através do desempenho das suas funções (hidráulica, biofísica, paisagística e económica) (Morgado, 2001).

– Função hidráulica

Numa perspectiva hidráulica, as intervenções nos cursos de água têm sido realizadas no sentido de defesa e controlo de cheias e de minimização dos seus efeitos nos terrenos adjacentes. Estas acções têm como objectivo a minimização dos impactes das cheias nas actividades económicas que se desenvolvem nos leitos de cheia dos rios, nomeadamente a protecção de usos urbanos ou das culturas agrícolas nas planícies aluviais.

Hoje em dia, o controlo as cheias toma uma postura mais desapaixorada que anteriormente; a ocorrência de uma cheia é vista como uma situação natural, importando, no entanto, minimizar os seus efeitos destrutivos. Do ponto de vista da produção agrícola, importa evitar os fenómenos de erosão nas margens ou leito, assim como depósitos arenosos, os quais normalmente tornam improdutivos os terrenos agrícolas subjacentes. Para a protecção dos usos urbanos localizados nos leitos de cheia torna-se importante aumentar o volume de água que se infiltra no solo, em toda a bacia hidrográfica, antes de esta atingir os cursos de água; após a água atingir o curso de água, é importante assegurar a existência de vegetação adaptada a este meio e a inexistência de estruturas, tais como valas de cimento ou betão que impeçam a infiltração da água. Deste modo, poder-se-á diminuir os impactes deste fenómeno (Morgado, 2001).

– Função biofísica

Do ponto de vista biofísico, os serviços prestados pelos sistemas fluviais estão associadas ao desenvolvimento de sistemas bióticos de diversidade elevada originados pela presença de água, temporária ou permanente, criando assim um elevado contraste com o meio envolvente. Estes desempenham diversas funções, destacando-se pela sua importância (Morgado, 2001):

- Filtração de substâncias poluentes;
- Retenção de sedimentos;
- Estabilização das margens;
- Conservação e valorização de habitats
- Regulação biofísica

– Função paisagística

Outro serviço prestado pelos cursos de água consiste na valorização da paisagem pela estrutura, contraste, diversidade, carácter e legibilidade que os sistemas fluviais lhe conferem. A valorização das paisagens rurais e a manutenção dos seus elementos característicos e estruturantes representa na actualidade um importante objectivo, face à monotonia e descaracterização, resultado da expansão dos sistemas agro-florestais intensivos e da ocupação urbana, tendo como consequência a alteração das características naturais e culturais do mosaico paisagístico pré-existente. Na paisagem mediterrânica, a existência de corredores fluviais acentua o contraste entre o verde intenso da vegetação ribeirinha e as tonalidades cromáticas das zonas envolventes, mas sujeitas aos condicionalismos da escassez de água e das actividades de sequeiro. Esta variedade é acentuada pelas dinâmicas sazonais dos diversos estratos, contribuindo para uma maior riqueza cénica e qualidade paisagística (Saraiva, 1999; Morgado, 2001).

– Função económica

A função económica dos corredores ripários prende-se com o facto de os ecossistemas naturais serem considerados como capital natural, tal como as infra-estruturas, equipamentos e investimentos são considerados capital financeiro. Assim, um ecossistema saudável é a base para várias actividades sócio-económicas e sócio-culturais tal como o abastecimento de água para múltiplos usos, o transporte fluvial, a pesca, recolha de vegetação ribeirinha e aquática para ser utilizada a nível da medicina, da alimentação, cosmética, indústria melífera, entre outras.

Tendo em conta estes e outros benefícios, bem como as suas inter-relações e sinergias, os cursos de água podem constituir importantes motivos para a localização desse tipo de actividades e, consequentemente, serem um vector de desenvolvimento das regiões que atravessam (Morgado, 2001; SERI, 2004; Aguiar, 2008).

Em síntese, é possível dizer que os sistemas fluviais desempenham várias funções, destacando-se a função hidráulica, através da colecta e escoamento das águas e sedimentos da bacia hidrográfica, a função biofísica, servindo como suporte de biocenoses aquáticas e ribeirinhas e estabilização das margens, função paisagística, devido ao seu papel relevante como elemento estruturante e focalizador na paisagem, para além da função económica, através da utilização dos seus recursos pelos diversos agentes sócio-económicos.

Seria de esperar que as técnicas utilizadas para intervir num curso de água e respectivo corredor ripário tivessem em conta todas as funções, no entanto até há relativamente pouco tempo, as intervenções visando o melhoramento do escoamento só tinham em conta a função hidráulica em detrimento das restantes, não tendo em conta os impactes dos projectos sobre o meio.

2.2.4. Morfologia e dinâmica fluvial

A morfologia e a dinâmica fluviais referem-se ao estudo da forma apresentada pelos cursos de água e a sua relação com os processos de erosão, transporte e deposição. Estes processos são influenciados por três factores, nomeadamente o regime do caudal, morfologia do canal e erodibilidade do leito, sendo esta propriedade função das características dos sedimentos (Alabyan & Chalov, 1998; Gonzalez del Tánago & Garcia de Jalón, 1998).

– Regime hidrológico

O regime de caudais de um rio consiste na variação espacial e temporal do caudal, sendo característico para cada curso de água e dependendo das características da bacia hidrográfica e do clima (Basson, 2004). Esta é uma das características que mais tem sofrido influência por parte do Homem, podendo estas alterações resultar num aumento do caudal de ponta e numa diminuição do caudal de estiagem devido a uma menor capacidade de retenção de água na bacia, devendo-se estas situações a alterações no uso do solo, à construção de reservatórios de água e ao desvio de canais para o uso da água para, por exemplo, a rega (Gonzalez del Tánago & Garcia de Jalón, 1998).

No entanto, tal situação também se poderá inverter, verificando-se, por exemplo, a nível do rio Tejo uma diminuição do caudal de ponta e um aumento do caudal de estiagem devido à construção de várias barragens ao longo do seu curso.

Tanto a morfologia dos rios como as espécies que dependem destes estão adaptados a um certo regime de caudais, ocorrendo variações intra e interanuais. Vários organismos aquáticos necessitam de certas condições para poderem completar o seu ciclo biológico, condições essas que incluem uma certa periodicidade nos caudais, na temperatura ambiente e aquática, de modo a permitir um desenvolvimento saudável. Por outro lado, existe também o problema relacionado com diminuição da qualidade das águas, sendo esta diminuição provocada muitas vezes pela falta de caudal devido ao desvio das águas para serem utilizadas na rega ou para a produção de energia eléctrica (Gonzalez del Tánago & Garcia de Jalón, 1998).

– Morfologia do canal

A morfologia do canal refere-se à forma que o rio apresenta ao longo do seu trajecto da nascente até à foz. A morfologia resulta da interacção entre as características hidráulicas da corrente (velocidade, rugosidade, volume de água descarregado, tensão de arrastamento), a configuração do canal (tamanho, forma, declive, padrão), a quantidade de sedimentos a entrar no canal (carga e granulometria) e o material constituinte do leito e taludes (Morisawa, 1985).

A caracterização do canal de um curso de água deverá ter em conta as suas três dimensões.

- Perfil longitudinal (vista de perfil)
- Forma do canal (vista de planta)
- Geometria hidráulica do canal (secção transversal)

O perfil longitudinal de um curso de água corresponde à variação da altitude ao longo do seu percurso, reflectindo a topografia da zona atravessada pelo curso de água e podendo ser dividido em vários troços em função do declive. De um modo geral, o perfil longitudinal dos rios apresenta uma curva côncava, com o declive a diminuir desde as zonas de cabeceira, de cotas mais elevada e com maior erosão, até às zonas de sedimentação, nos locais de cotas mais baixas, mais próximas da foz. O declive do canal de um rio é determinado por um conjunto de factores contando-se entre eles o caudal, a carga de sedimentos e o seu comprimento. Regra geral, o declive de um rio tende a diminuir quando aumenta a superfície da bacia de vertente, estando inversamente relacionado com a magnitude dos caudais (Gonzalez del Tánago & Garcia de Jalón, 1998).

A forma dos canais fluviais pode ser classificada recorrendo a três critérios, sendo estes o número de canais, a sinuosidade e a estabilidade, originando a combinação destes critérios quatro tipos básicos (Knighton & Nanson, 1993):

- Canais rectilíneos, de baixa sinuosidade, relativamente estáveis e com sedimentos finos que se movem em suspensão;
- Canais meandrizados, com sedimentos de dimensão intermédia, com mais carga de fundo mobilizável e com maior fornecimento de sedimentos;
- Canais entrelaçados, com elevada energia, sedimentos abundantes e relativamente grosseiros, com barros arenosos e cascalhentos;
- Canais anastomosados, com baixa energia, de elevada sinuosidade, com ilhas com vegetação e com inclinação tão ou mais baixa que os meandrizados.

A geometria hidráulica refere-se à secção transversal do curso de água e o seu estudo centra-se nas relações entre a largura do canal, o caudal, a altura de escoamento, a velocidade da água e a carga de sedimentos (Leopold & Maddock, 1953) .

Por último, a morfologia e dinâmica fluvial são também influenciadas pelo tipo de sedimentos, nomeadamente pela sua granulometria e distribuição ao longo do canal. Estas características, por sua vez, dependem das propriedades físicas das partículas, sendo estas propriedades a dimensão, forma e densidade (Selley, 1982; Collinson & Thompson, 1989; Knighton, 1989; Cardoso, 1998).

As partículas existentes nos leitos aluvionares dos cursos de água apresentam uma grande irregularidade de formas, levando assim a algumas dificuldades na definição das respectivas dimensões. O volume, a velocidade de queda e a dimensão da malha quadrada da rede do peneiro em que as partículas passam sem folga constituem medidas possíveis destas dimensões, traduzindo-se estas geralmente no diâmetro de uma esfera equivalente (Collinson & Thompson, 1989; Cardoso, 1998).

Várias escalas foram apresentadas de modo a classificar os sedimentos em função das suas dimensões. A escala de Wentworth é a mais utilizada, sendo apresentada na Tabela 2.1. Esta escala

considera o diâmetro de peneiração como o parâmetro utilizado para classificar as partículas sedimentares.

Tabela 2.1 - Classificação das partículas de acordo com a escala de Wentworth (Adaptado: Selley, 1982; Knighton, 1989; Cardoso, 1998)

Classe	Gama de diâmetros (D) (mm)
Calhau	$D > 64$
Seixo	$2 < D < 64$
Areia	$0.062 < D < 2$
Silte	$0.004 < D < 0.062$
Argila	$D < 0.004$

A dimensão dos sedimentos presentes no leito é uma característica extremamente importante, dado que indica a tensão crítica da corrente capaz de os arrastar. Assim, os sedimentos de maiores dimensões e mais pesados oferecem uma maior resistência ao movimento que os sedimentos de menores dimensões. No entanto, e como se pode ver na figura abaixo, para sedimentos com dimensões inferiores à silte, a tensão da corrente capaz de os arrastar é maior que os sedimentos de maiores dimensões. Tal ocorre pois estas partículas formam colóides que necessitam de uma maior tensão para serem arrastados pela corrente.

Na Figura 2.3 é possível observar o descrito anteriormente, verificando-se assim a influência que a velocidade e a granulometria têm nos processos de erosão, transporte e sedimentação (Knighton, 1989; Álvares & Pimenta, 1998; Gonzalez del Tánago & Garcia de Jalón, 1998)

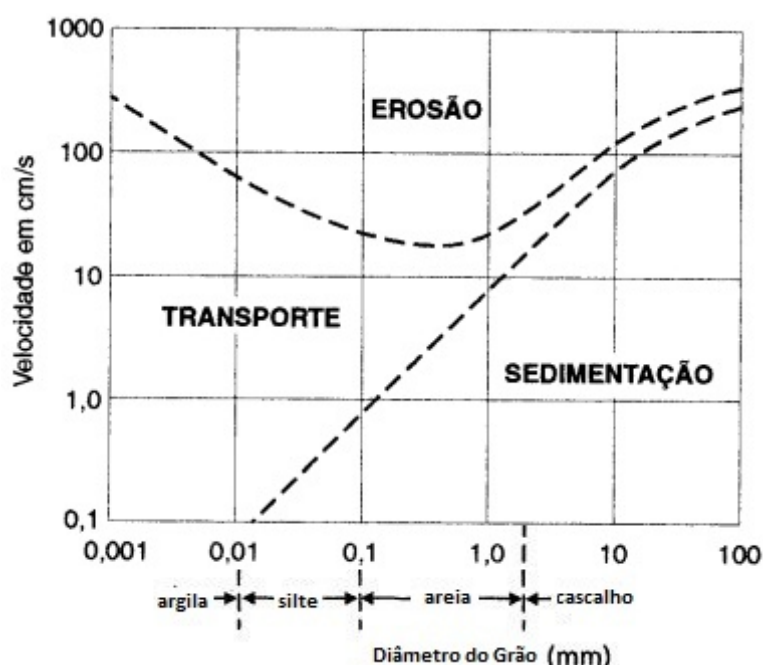


Figura 2.3 - Curva de Hjulströms (Adaptado de Knighton, 1989)

Os materiais mais comuns nos cursos de água são as areias e os seixos, apresentando respectivamente diâmetros entre 0.062 mm e 2 mm e entre 2 mm e 64 mm (Cardoso, 1998).

Relativamente à forma, esta reveste-se de alguma importância dado influenciar a velocidade de transporte das partículas nos leitos fluviais, a velocidade de sedimentação, a estabilidade de taludes e o caudal sólido (Cardoso, 1998). De acordo com Barrett (1980), de modo a determinar a forma de uma partícula considera-se três parâmetros, o formato, a angulosidade e a textura. Santamaria & Cho (2004) consideram a esfericidade e a rugosidade como sendo os parâmetros a utilizar para descrever a forma. Já Cardoso (1998) indica que o parâmetro com maior relevância é a esfericidade, sendo definida como a razão entre a área da superfície de uma esfera de volume igual ao de uma partícula e a área da superfície dessa mesma partícula. Para partícula esféricas a esfericidade toma o valor 1.0, sendo a esfericidade para todas as outras partículas inferior à unidade.

Por último, a densidade das partículas varia com a sua composição mineralógica. Os sedimentos originados pela erosão hídrica são geralmente quartzo e feldspatos e têm uma densidade de 2.65, considerando-se assim que a densidade das partículas sedimentares dos leitos fluviais é igual a este valor (Cardoso, 1998).

2.2.5. Impactes passíveis de ocorrerem nos sistemas fluviais

Os impactes gerados nos sistemas fluviais podem ter uma origem natural ou antropogénica. Estes impactes podem levar a modificações no normal funcionamento destes sistemas, o que por sua vez pode alterar a forma como estes desempenham as suas funções.

Os impactes de origem natural costumam resultar de fenómenos naturais como cheias, furacões, tornados, sismos, pragas de insectos, desmoronamentos de terras ou extremos de temperaturas, sendo o seu resultado a alteração da estrutura e do funcionamento dos sistemas fluviais. A forma como o sistema responde a este tipo de perturbações depende da sua estabilidade, resistência e resiliência, sendo possível que este recupere por si próprio deste tipo de agressões. No entanto, estes fenómenos são em alguns casos agentes que permitem a regeneração ou restauração dos ecossistemas fluviais, como acontece com certas espécies ripárias cujo desenvolvimento depende da ocorrência de cheias ou de secas. De um modo geral as espécies ripícolas apresentam uma elevada capacidade de resistir a perturbações de origem natural, verificando-se que uma cheia que destrua uma galeria ribeirinha pode possibilitar a renovação da vegetação presente nesta (FISRWG, 1998).

Ao contrário do que ocorre com impactes de origem natural, que são um factor que pode potenciar a regeneração do sistema fluvial, os impactes originados pelas actividades humanas costumam resultar na sua degradação. Estes impactes podem afectar o equilíbrio químico, físico ou biológico dos ecossistemas, dependendo do tipo de actividade, e podem também provocar a alteração sua estrutura (FISRWG, 1998).

Para além da natureza do impacte ser função da actividade, também a dimensão do impacte é função desta, podendo as actividades antropogénicas originar impactes que vão desde o nível da

bacia hidrográfica, passando pelo nível do sistema fluvial e acabando no nível do leito (impactes intra-leito). Na Tabela 2.2 é possível observar a relação entre o nível do impacte e a actividade que o originou (Saraiva, 1999). Já na Tabela 2.3 observa-se a relação entre as actividades e o tipo de impacte que estas provocam / podem provocar no sistema.

Tabela 2.2 - Distribuição das actividades humanas de acordo com o nível do impacte (Adaptado: Saraiva, 1999)

Nível do impacte	Actividade
Bacia Hidrográfica	<ul style="list-style-type: none"> • Florestação e desflorestação; • Urbanização; • Adaptação ao regadio; • Drenagem de solos, • Defesa contra cheias
Sistema Fluvial	<ul style="list-style-type: none"> • Regularização fluvial; • Barragens e albufeiras; • Extracção de inertes; • Limpezas e desobstruções de cursos de água; • Remoção de vegetação ripícola
Intra-leito	<ul style="list-style-type: none"> • Poluição orgânica, inorgânica e térmica; • Captação; • Navegação; • Exploração de espécies autóctones; • Introdução de espécies exóticas.

O conjunto das actividades mencionadas pode ser sumariado, devido aos seus impactes, em quatro actividades principais:

- Construção de barragens;
- Obras de regularização fluvial;
- Introdução de espécies exóticas;
- Alterações no uso do solo

Ao analisar a tabela acima apresentada é necessário ter presente que os impactes gerados dependem da dimensão da actividade e da natureza desta. Por exemplo, a agricultura é uma alteração no uso do solo com impactes a nível da erosão do solo, aumento das escorrências e da quantidade de sedimentos transportados para o canal. Por seu lado a florestação, de uma maneira geral, promove a infiltração das águas, a criação de zonas húmidas e a reposição do coberto vegetal.

Como pode ser observado na Tabela 2.2, a urbanização é uma alteração no uso do solo que tem impactes a nível da bacia hidrográfica. Este uso do solo não pode ser definido como uma condição só por si, mas sim como sendo um conjunto de acções/actividades humanas que geram impactes e alteram os sistemas naturais através da sua artificialização.

Tabela 2.3 - Relação entre as actividades e os impactos que esta provoca (Adaptado: Morisawa, 1985; FISRWG, 1998; Saraiva, 1999)

Actividade	Impacte provocado
Construção de barragens	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento da erosão dos taludes; – Perda de habitats ripários; – Alteração no regime de caudal; – Alteração na morfologia do canal; – Diminuição da estabilidade dos rios; – Perda de fauna ripária – Alteração da qualidade da água; – Perda de fauna e flora aquáticas; – Alteração da quantidade de sedimentos e de matéria orgânica transportada; – Criação de massas de água artificiais
Obras de regularização fluvial	<ul style="list-style-type: none"> – Alteração da velocidade de escoamento; – Diminuição da diversidade de habitats ripários; – Diminuição da quantidade de sedimentos; – Diminuição da diversidade da fauna e flora aquáticas; – Criação de zonas húmidas; – Alterações na estabilidade dos rios
Introdução de espécies exóticas	<ul style="list-style-type: none"> – Diminuição da fauna e flora nativas – Diminuição do valor paisagístico do rio
Alterações no uso do solo	<ul style="list-style-type: none"> – Perda de habitats ripários e consequente perda de fauna e flora riparias; – Perda de fauna e flora aquáticas; – Erosão dos taludes; – Contaminação química e biológica do curso de água; – Instabilidade do canal; – Erosão do solo; – Aumento da magnitude e frequência de cheias; – Alteração na morfologia do canal; – Diminuição da quantidade de água infiltrada; – Alteração dos parâmetros físico-químicos da água (temperatura, ph, turbidez, oxigénio dissolvido...); – Alteração do tempo de concentração da bacia hidrográfica; – Alteração da recarga dos aquíferos; – Fragmentação de habitats ripários; – Alteração do regime de caudal; – Alteração na velocidade de escoamento; – Diminuição dos meandros dos rios; – Diminuição da capacidade do leito de cheia para armazenar matéria e energia; – Alteração da quantidade de sedimentos a chegar ao curso de água; – Aumento da temperatura e humidade ao longo do corredor ripário; – Alteração na estrutura, altura e diversidade da vegetação; – Diminuição das zonas húmidas; – Alteração do leito de cheia; – Invasão do corredor ripário por espécies exóticas

Assim, sob esta perspectiva, pode-se entender que os seus efeitos cumulativos, originados ao longo do tempo, alteram profundamente os cursos de água e consequentemente a sua fauna e flora (Booth *et al*, 2004; Konrad & Booth, 2005).

A urbanização leva a mudanças na bacia hidrográfica, nomeadamente a diminuição da capacidade de infiltração, causada por uma maior impermeabilização, e a diminuição dos tempos de escoamento, causada por uma regularização das condições em que se processam os escoamentos (Correia, 1984; Paul & Meyer, 2001). Na Tabela 2.4 é possível observar a entre as escorrências superficiais e a área impermeabilizada.

Tabela 2.4 - Relação área impermeabilizada/escorrências superficiais (Fonte: Paul e Meyer, 2001)

Área impermeabilizada	Aumento das escorrências superficiais
10-20%	2x
35-50%	3x
75-100%	5x

Estas mudanças ocorrem devido a uma multiplicidade de acções, sendo um exemplo a desflorestação, compactação do solo e cobertura deste com uma camada de estruturas que o impermeabilizem (por exemplo, estradas e passeios). Estas estruturas reduzem a capacidade de infiltração do solo a um valor próximo de zero, diminuído assim a capacidade deste armazenar água, sendo um dos resultados a rápida saturação do solo com água, ocorrendo esta saturação com uma maior frequência. Esta situação leva a que ocorram escorrências superficiais em locais que anteriormente só produziam escorrências sub-superficiais. Outro efeito do aumento das áreas urbanizadas é a diminuição do tempo de concentração da bacia hidrográfica, sendo o resultado o aumento do valor do caudal de ponta de cheia para uma determinada chuvada, valor esse que se reduz entre 28-38% para bacias com um bom coberto vegetal, resultando em cheias com menor duração (Booth & Jackson, 1997; Paul & Meyer, 2001).

A urbanização também promove a diminuição da densidade de drenagem das bacias hidrográficas através da cobertura ou preenchimento de pequenos riachos. No entanto, a existência de canais artificiais pode levar a um aumento da densidade de drenagem, promovendo o escoamento das águas das chuvas e aumentando assim a velocidade da corrente nos cursos de água (Paul & Meyer, 2001).

Para além de alterar o regime hidrológico, esta alteração no uso do solo leva à necessidade de construção de sarjetas, sumidouros e da respectiva rede de drenagem pluvial de modo a conduzir a água das chuvas mais rapidamente para os rios ou ribeiras, podendo a forma destes ser alterada através da linearização do canal, aumento da profundidade ou cobertura do leito e taludes com cimento. Cada uma destas medidas tem como objectivo aumentar a eficiência do canal, sendo a água conduzida mais rápida e eficientemente (Booth & Jackson, 1997).

De acordo com Booth & Jackson (1997), tanto medições efectuadas directamente como simulações de modelos hidrológicos demonstram que a urbanização contribui para aumentar o caudal de cheia de uma chuvada em ordens de grandeza entre 2 a 5 independentemente da duração e intensidade da chuvada, sendo maior também a magnitude do caudal (ordens de grandeza entre 5 a 10). Outra consequência da urbanização consiste na alteração do transporte de sedimentos e na qualidade destes, verificando-se um aumento na quantidade de sedimentos presentes no canal, pertencendo estes às fracções mais finas, observando-se deste modo uma mudança no tamanho dos sedimentos presentes no canal.

Para além de interferir no caudal líquido e caudal sólido, o desenvolvimento urbano interfere também no corredor ripário. A remoção da vegetação diminui a quantidade de elementos que possam ajudar a estabilizá-lo, a dissipar a energia da corrente e a proteger o leito e taludes do curso de água (Booth & Jackson, 1997; Paul & Meyer, 2001). Devido a estes factores, verifica-se que o canal sofre um aumento na sua largura e profundidade nas áreas em que a vegetação foi removida.

A consequência final das alterações a nível do uso do solo, vegetação ripária e forma do canal é a perda de algumas das funções do sistema fluvial, sendo posteriormente necessárias acções de reabilitação/renaturalização (Booth & Jackson, 1997).

2.3. Requalificação Fluvial

2.3.1. Conceitos e medidas de resolução dos problemas de sistemas fluviais

Antes de mais, torna-se necessário fazer a distinção entre dois conceitos que, apesar da generalidade dos autores portugueses utilizarem como sinónimos, são na verdade conceitos distintos. Esses conceitos são o de “restauração fluvial” e “requalificação fluvial”.

O termo restauração prende-se com o processo de alterar intencionalmente um local de modo a restabelecer um ecossistema a um estado indígena pré-definido, com o objectivo de simular a estrutura, função, diversidade e dinâmica de um ecossistema específico (Riley, 1998). Restauração também pode ser definida como um conjunto de acções cujo objectivo é o retorno do curso de água a um estado em que este pode suportar um larga gama de organismos e processos ecológicos característicos de outro curso de água existente na região, sendo este o menos perturbado e de tamanho e declives similares (Booth *et al*, 2004). Desse modo, um projecto de restauração fluvial poderá ter como objectivo a recuperação da estrutura nativa e de todas as funções originais do curso de água a intervir.

Já o termo requalificação indica um conjunto de medidas e acções através das quais a estrutura ou funções de um curso de água possam ser parcialmente recuperadas, sendo este termo o mais utilizado em intervenções em cursos de água urbanos (Saraiva, 2010).

No âmbito da presente dissertação optou-se por utilizar o conceito de “requalificação fluvial” referido em Morris & Moses (1999), indicando estes autores que o conceito implica a reabilitação do corredor fluvial de ribeiras urbanas de modo a que este forneça vários benefícios ambientais em vez de se proceder à sua restauração.

Existem duas abordagens relativamente à requalificação de sistemas fluviais. As medidas não-estruturais são uma abordagem predominantemente preventiva com o objectivo de minimizar os impactes negativos de projectos com intervenções estruturais integradas nas medidas a nível de planeamento e ordenamento do território. Algumas ferramentas de gestão ambiental que possuem esta função são o Plano Nacional da Água (PNA), os novos Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica (PGBH), a Reserva Ecológica Nacional (REN), a Reserva Agrícola Nacional (RAN), os Planos de Ordenamento de Albufeiras (POA) ou os PDM (Teiga, 2003).

A outra abordagem consiste no recurso a medidas estruturais. Esta abordagem utiliza estruturas físicas com material inerte ou vivo para proceder à reabilitação. Nesta perspectiva as intervenções podem ser preventivas ou correctivas de modo a permitir que os sistemas fluviais cumpram as suas funções (Teiga, 2003).

Na Tabela 2.5 observa-se uma listagem de medidas estruturais e não-estruturais aplicáveis nas diferentes zonas dos corredores fluviais.

No âmbito da presente dissertação serão somente utilizadas medidas estruturais para a requalificação dos troços posteriormente definidos, nomeadamente técnicas de engenharia natural.

Tabela 2.5 - Síntese de medidas não-estruturais e estruturais a considerar na requalificação de sistema fluviais (Adaptado: Saraiva, 1999)

Tipo de Medidas	Leito	Margem	Leito de Cheia
Medidas Não-Estruturais	Regime do DPH	Regime do DPH	Regime das Zonas Adjacentes
	Regime da REN	Regime da REN	Regime da REN
	PBH	PBH	PBH
	EIA	EIA	EIA
	Afectação de solo para permitir o processo de recuperação	Afectação de solo para permitir o processo de recuperação	Afectação de solo para permitir o processo de recuperação
	Outras medidas de ordenamento do uso do solo	Outras medidas de ordenamento do uso do solo	Outras medidas de ordenamento do uso do solo
Medidas Estruturais	Limpeza e desobstrução	Limpeza e desobstrução	Limpeza e desobstrução
	Recuperação e restauro de condições naturais	Recuperação e restauro de condições naturais	Recuperação e restauro de condições naturais
	Valorização ecológica e estética	Valorização ecológica e estética	Valorização ecológica e estética

Tipo de Medidas	Leito	Margem	Leito de Cheia
Medidas Estruturais	Modificações no leito	Revegetação de plantações e sementeiras	Revegetação de plantações e sementeiras
	Meandrização	Estabilização, protecção e/ou revestimento natural, semi-natural e artificial	Incremento da comunicação hidrológica com o leito e margens
	Estreitamento/Alargamento	Entrançados, faxinagem, utilização de rizomas de caniço	Rebaixamento de níveis
	Regime de caudais ecológicos	Utilização de gabiões, rip-rap, geotêxteis, fibras, enrocamentos, etc., isoladamente ou em conjunto com material vegetal.	Modelação e criação de depressões para construção em zonas húmidas e incremento da diversidade de habitats
	Modificação do substrato	Construção de deflectores de corrente	Criação de zonas e bacias de retenção de cheias
	Retenção de sedimentos “silt-traps”	Modelação de taludes	Criação ou manutenção de sistemas de compartimentação
	Criação de rápidos e remansos	Criação de muros e muretes de suporte e retenção	Remoção ou afastamento de diques ou estruturas
	Criação de leitos alternativos	Remoção ou afastamento de diques	Faixas de protecção “buffer strips”
	Construção de soleiras, degraus e açudes	Faixas de protecção “buffer strips”	Manutenção
	Construção de deflectores de corrente	Manutenção	
	Repovoamento de espécies florísticas ou faunísticas		
	Manutenção		

2.3.2. A engenharia natural

Ao longo do tempo tem-se assistido a uma crescente utilização das zonas de vale e do leito maior dos cursos de água por actividades humanas que implicam intervenções incompatíveis com as funções naturais destes. Estas intervenções são geralmente pontuais, recorrendo a materiais inertes e repercutindo-se sobre todo o ecossistema em que se insere a o curso de água (Saraiva, 1999).

No entanto, existem alternativas a este tipo de intervenções; estas alternativas recorrem à utilização de espécies vegetais ripícolas que devido ao seu sistema radicular possuem características de fixação do solo, sendo, no entanto muitas vezes ignoradas.

As técnicas de engenharia natural, podendo também ser designadas por engenharia biofísica, são medidas estruturais com impactes ambientais pouco significativos ou mesmo nulos, baseadas na utilização de espécies vegetais e nas suas características biotécnicas (capacidade de desenvolvimento de um sistema radicular vigoroso, capacidade de propagação vegetativa...), dando-se assim prioridade à utilização de plantas ou dos seus componentes mortos como materiais de construção (Fernandes, 1987; Venti *et al*, 2003; Silva, 2009).

Estas técnicas diferenciam-se das técnicas de engenharia civil no sentido de recusarem soluções lineares, integrando os processos construtivos e as soluções técnicas existentes com as condições locais do meio, tendo em conta os problemas e os potenciais riscos das intervenções. Tendo em consideração que é impossível manter a riqueza ecológica e paisagística de um sistema fluvial onde somente foram utilizadas técnicas de engenharia civil, com materiais rígidos e pouco adaptados ao local onde são aplicados, tornam-se indiscutíveis as vantagens das técnicas de engenharia natural na requalificação de sistemas fluviais (Saraiva *et al*, 1998; Saraiva, 1999; Pereira, 2001).

De acordo com Fernandes (1987) as técnicas construtivas que utilizam materiais vivos como a vegetação apresentam, relativamente às técnicas convencionais que utilizam somente materiais inertes, um conjunto de vantagens e desvantagens apresentadas na Tabela 2.6.

Tendo sido referidas as vantagens das técnicas que utilizam plantas como material de construção, é necessário referir os efeitos benéficos das plantas em si, efeitos que se verificam a nível do território e do ambiente. Um bom coberto vegetal providencia uma protecção do solo contra os elementos, reduz o escoamento superficial ao interceptar e libertar gradualmente a água da chuva aumentando assim o tempo de concentração nas bacias hidrográficas, mantém e renova a humidade no solo, melhora as suas propriedades mecânicas através do sistema radicular e promove a biodiversidade através da criação de nichos ecológicos. A principal limitação no uso de plantas verifica-se a nível do tempo necessário para que estas desenvolvam um sistema radicular adequado (AIPIN, 2003).

A escolha das espécies a utilizar na intervenção é função das características do local e das características biotécnicas das espécies. Estas deverão ser, de preferência, autóctones evitando-se assim a contaminação biológica do local. De entre as espécies autóctones, será necessário escolher aquelas que devido às suas características biotécnicas, nomeadamente velocidade de desenvolvimento e características do aparelho radicular, se tornam ideais para utilizar aquando da intervenção, sendo estas espécies capazes de resistir à erosão, drenar a água do solo e agregá-lo e consolidá-lo. Assim, tendo em conta estas características, é possível definir como critério de selecção das espécies a utilizar o facto destas serem autóctones, a conformidade destas com as características ecológicas do local, a sua capacidade para resistirem a adversidades tais como a presença ou ausência de água durante longos períodos ou resistir à força erosiva da água e o facto das espécies possuírem as características biotécnicas desejadas (AIPIN, 2003; De Antonis & Molinari, 2007).

Tabela 2.6 - Vantagens e desvantagens do uso da vegetação como material de construção face aos materiais inertes (Adaptado: Fernandes, 1987; Saraiva, 1999)

Plantas como material de construção	Materiais de construção inertes
Vantagens	
<ul style="list-style-type: none"> – Não são afectados por processos de degradação, proporcionando uma estabilização crescente e possuindo cumulativamente uma capacidade regenerativa intrínseca; – Preenchem a sua função protectora de um modo elástico, absorvendo os elementos e acções “agressivas” diminuindo ou anulando a sua intensidade; – São biológica e ecologicamente activas; – Conduzem a uma valorização estética e paisagística dado enquadrarem a construção na paisagem natural. 	<ul style="list-style-type: none"> – São mais estáveis; – São independentes das características do sítio e de aplicação menos limitada temporalmente; – Exigem normalmente menos área para implementação.
Desvantagens	
<ul style="list-style-type: none"> – Não preenchem em todas as situações as exigências de consolidação e segurança requeridas; – Exigem uma aplicação adaptada e dependente do sítio, não sendo passíveis de construção em qualquer altura do ano; – Atingem a sua eficiência técnica plena apenas após um certo intervalo de tempo; – Exigem disponibilidade de área 	<ul style="list-style-type: none"> – Tendem a perder a sua eficácia devido á corrosão e degradação e não possuem capacidades de auto-regeneração; – Funcionam, relativamente aos agentes agressivos, como corpos construtivos estáveis e não deformáveis; – Não preenchem qualquer função biológica; – Constituem elementos estranhos na paisagem.

É também necessário referir que a segurança e durabilidade do um projecto que utilize estas técnicas está directamente relacionada com a escolha das espécies a utilizar, levando a escolha de espécies menos aptas à instabilidade das estruturas. Assim, é de salientar a importância das propriedades e capacidades biológicas da vegetação, nomeadamente a utilização de métodos de propagação vegetativa por estaca/corte, dada a facilidade e adaptabilidade das plantas ripícolas e a minimização dos custos (Gameiro, 2010). Na Tabela 2.7 estão listadas as espécies ripícolas que é possível encontrar na zona centro e/ou sul de Portugal.

Tabela 2.7 – Exemplo de espécies ripícolas encontradas na zona Centro e/ou Sul de Portugal (adaptado de Prada & Arizpe, 2008)

Espécie	Nome comum
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn	Amieiro-comum
<i>Arbutus unedo</i> L.	Medronheiro
<i>Celtis australis</i> L.	lódão-bastardo
<i>Crateagus monogyna</i> Jacq.	Pilriteiro, espinheiro-alvar
<i>Dorycnium rectum</i> (L.) Ser.	Erva-mata-pulgas
<i>Flueggea tinctoria</i> (L.) G.L. Webster	Tamuxo
<i>Frangula alnus</i> Mill.	Sanguinho-da-água
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl.	Freixo-de-folhas-estreitas
<i>Hedera helix</i> L.	Hera
<i>Laurus nobilis</i> L.	Loureiro
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	Madressilva
<i>Myrtus communis</i> L.	Murta
<i>Nerium oleander</i> L.	Loendro
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Aroeira
<i>Populus alba</i> L.	Álamo-branco, choupo-branco
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Silva
<i>Salix</i> spp.	Salgueiro, borrazeira
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Negrilho, Ulmeiro
<i>Vitis vinifera</i> L. subsp. <i>sylvestris</i>	Labrusca, videira brava

As espécies enunciadas poderão fazer parte das escolhidas quando se pretende fazer uma intervenção num curso de água, sendo necessário, como sempre, ter em conta o local de intervenção.

Para além da escolha das espécies, um factor extremamente importante refere-se à escolha das técnicas a utilizar durante a intervenção, sendo este assunto exposto de seguida.

2.3.3. Técnicas de EN utilizadas na requalificação de sistemas fluviais

A selecção das técnicas de engenharia natural mais adequadas a um projecto de reabilitação deve ter em conta vários factores, nomeadamente os objectivos pretendidos, constrangimentos de ordem local e financeira, viabilidade para o uso da técnica e a existência de pessoal especializado para efectuar as tarefas pretendidas.

Estas técnicas têm uma aplicabilidade bastante ampla, podendo ir desde intervenções (Fernandes, 1987; Silva, 2009):

- Técnico-funcionais: estas intervenções pretendem resolver problemas técnicos como a consolidação de margens fluviais, estabilização de taludes, protecção do solo contra a erosão ou melhoramento da drenagem;
- Naturalísticas-ecológicas: estas intervenções permitem a recriação das condições ecológicas próximas do natural e contribuem para o melhoramento das características físico-químicas

do solo e água, possibilitando a recuperação de áreas degradadas, o desenvolvimento de associações vegetais autóctones contribuindo deste modo para o aumento da biodiversidade local,

- Estético-paisagístico: estas intervenções consistem na inserção das obras na paisagem natural e protecção contra o ruído
- Sócio-económicas: intervenções desta natureza apresentam-se como uma tipologia alternativa à tradicional, com custos bastante competitivos e em que é valorizada a gestão a nível económico dos recursos naturais.

Quando utilizadas em sistemas fluviais, as técnicas de engenharia natural podem contribuir de forma significativa para a resolução de muitos problemas, podendo ser utilizadas tanto na construção de obras de defesa como para restaurar o equilíbrio hidráulico de um curso de água. Os critérios de design ambiental utilizados actualmente requerem técnicas que, para além de protegerem o ambiente onde estão a ser utilizadas, também o valorizem (AIPIN, 2003).

Na Tabela 2.8 são apresentadas algumas técnicas utilizadas em engenharia natural. É necessário referir que outro aspecto na escolha das técnicas a utilizar é a sua limitação de aplicação, sendo algumas técnicas mais aconselháveis do que outras, dependendo do local e objectivo.

Tabela 2.8 - Síntese de algumas técnicas utilizadas em engenharia natural (Fonte: FISRWG, 1998; Gonzalez del Tánago e Garcia de Jalón, 1998; Saraiva, 1999; AIPIN, 2003; Teiga, 2003; Venti et al, 2003; De Antonis & Molinari, 2007)

Técnica	Descrição	Objectivos da intervenção	Limitações
Sementeira	Procede-se à distribuição manual ou mecânica de sementes pelo solo de modo a consolidar o seu revestimento com vegetação e diminuir assim a taxa de erosão deste.	Protecção contra a erosão; técnica complementar das técnicas destinadas a estabilizar taludes.	Evitar utiliza em locais com declives > 20º, em solos pobres e secos.
Hidrossementeira	O revestimento do solo com vegetação é efectuado mecanicamente com uma mistura de sementes e substâncias hidrofilicas, podendo as sementeiras ser realizadas com combinações coloidais, conferindo estas uma maior agregação física do solo.	Protecção contra a erosão; técnica complementar das técnicas destinadas a estabilizar taludes.	Não é recomendada para locais rochosos ou encostas com declives >40º, se não for combinada com outras técnicas.
Biomalhas tridimensional	Técnica utilizada em encostas sujeitas á erosão eólica e hídrica. A rede é esticada e fixada ao solo por meio de estacas. Técnica utilizada juntamente com a plantação de arbustos.	Protecção contra a erosão; técnica combinada com o uso de hidrossementeiras	Não se adequa em encostas com declives >45º ou com drenagem excessiva, taludes rochosos, com elevada tensão provocada pela corrente ou áreas muito irregulares.

Técnica	Descrição	Objectivos da intervenção	Limitações
Geomalhas tridimensionais	Revestimento de locais sujeitos a erosão com elementos protectores tais como redes ou malhas; dependendo do material pode produzir matéria orgânica e enriquecer o solo (materiais biodegradáveis)	Técnica utilizada juntamente com sementeiras ou hidrossementeiras; protecção contra a erosão enquanto as sementes germinam	Não recomendado para locais com declive >45º; quando são utilizados materiais biodegradáveis é crucial o material não se degradar antes da cobertura vegetal se desenvolver
Estacas vivas	Esta técnica consiste na inserção, em fendas nas rochas ou no solo, de estacas de madeira e/ou ramos de espécies de plantas com capacidade de propagação vegetativa.	Estabilização do coberto vegetal em áreas que estejam a sofrer erosão, tais como margens de cursos de água ou zonas de elevado declive.	As limitações existentes dizem respeito às condições climáticas do local, estando estas relacionadas com as espécies a utilizar.
Plantação de arbustos	Plantação de arbustos feita em solo natural ou em vasos, de modo a revestir a superfície a sofrer erosão.	Estabilização de encostas e/ou margens de rios. Esta técnica pode ser combinada com outras técnica como estacas, tapetes, grades ou outros revestimentos quando utilizada em superfícies muito íngremes.	Técnica não utilizada em solos pedregosos ou zonas caracterizadas por elevados períodos de seca ou submersão ou com excesso de sombra.
Viminata viva	Esta técnica consiste na inserção de estacas de madeira sendo estas entrelaçadas longitudinalmente com ramos de espécies capazes de propagação vegetativa, sendo habitualmente utilizados ramos de salgueiro.	Consolidação de solos com declives que não sejam muito acentuados e de margens de rios com uma baixa velocidade de transporte de sedimentos e de velocidade da corrente	Não aconselhável utilizar em cursos de água cuja corrente seja muito elevada
Faxinas	Plantação nas margens dos cursos de água de pacotes de espécies arbóreas capazes de reprodução vegetativa, sendo a base do sulco que abriga os pacotes coberto com mato. Esta técnica só pode ser utilizada durante o período de dormência da vegetação a utilizar.	Redução do efeito erosivo da água e aumento da estabilidade dos taludes.	Não aconselhável em cursos de água com um elevado caudal e transporte sólido.
Placas de relva	Esta técnica consiste na aplicação de placas de relva de modo a cobrir toda a superfície a proteger, sendo necessários cuidados para promover o enraizamento ao solo.	Reforço e protecção de taludes contra deslizamentos e erosão.	Não aconselhável utilizar em encostas com afloramentos rochosos ou com solo com pouca espessura.

Técnica	Descrição	Objectivos da intervenção	Limitações
Barreira viva	Construção feita em pedra, madeira ou materiais vivos (ramos ou galhos) dispostos longitudinalmente em relação ao curso de água. Pode ser dada uma inclinação á construção ou esta pode ser disposta num ângulo recto em relação ao curso de água	Técnica utilizada em cursos de água onde é necessário desviar a corrente ou alterar a secção deste. Pode também ser utilizada para reconstruir os taludes de cursos de água de acordo com as características hidráulicas destes.	Não aconselhável em cursos de água com uma corrente muito elevada
Empacotamento vivo	Esta técnica consiste na amarração com corda ou arame de ramos finos e flexíveis de salgueiros ou outras espécies vegetais, sendo posteriormente colocados num fosso na base do declive e ancorados com paliçadas. Para assegurar o empacotamento á margem são utilizadas redes de arame e estacas de madeira.	Todos os mencionados anteriormente	A altitude e as condições climáticas limite das espécies a utilizar.
Grades vivas	Esta técnica consiste na colocação de uma estrutura de madeira feita de troncos dispostos na horizontal e vertical, perpendicularmente entre si. Dentro das grades obtidas são colocados estacas de salgueiro e cobertas com terra.	Suporte de taludes que estejam a sofrer de problemas de deslizamentos de terra ou erosão e cujo declive não possa ser reduzido.	Não aconselhável em locais com declives acima de 60º.
Paliçadas vivas	Esta técnica consiste na colocação de troncos de madeira de modo a formar câmaras onde são posteriormente colocadas estacas e ramos de salgueiros, sendo a base destas câmaras preenchidas por terra do local.	Consolidação de taludes, protecção contra a erosão em rios com uma elevada corrente e carga de sedimentos.	Não aconselhável em locais onde a corrente do curso de água e a carga de sedimentos possa danificar a estrutura; outra opção é preferível quando existem limitações em relação ao espaço para escavação.
Gabiões com vegetação	Nesta técnica são utilizadas gaiolas de arame preenchidas com brita e dispostas paralelamente e sobrepostas uma sobre as outras. Para repor o coberto vegetal são inseridas estacas de salgueiro entre a brita.	Defesa longitudinal e transversal de cursos de água; protecção dos taludes contra os efeitos erosivos dos cursos de água com elevada carga de sedimentos e corrente.	Não aconselhável o uso em cursos de água com uma velocidade superior a 6m/s ou com inundações frequentes com sedimentos muito grossos.

As técnicas apresentadas na tabela anterior não são estanques, podendo haver variações destas tanto a nível do material como a nível das espécies utilizadas

2.3.4. Exemplos de programas e planos de recuperação de sistemas fluviais

Neste ponto serão apresentados alguns exemplos da requalificação de cursos de água, permitindo esta requalificação a resolução de problemas que estes tinham e até enquadrá-los no novo contexto onde estes se inserem.

- A recuperação e valorização de corredores fluviais na zona envolvente de Évora

Este projecto, desenvolvido no concelho de Évora entre 1991 e 1993, envolveu a recuperação e valorização de troços do rio Xamarra e seus afluentes, estando estes situados na envolvente urbana e peri-urbana da cidade de Évora, e sendo esta uma intervenção de âmbito municipal e local. Este foi um projecto pioneiro na área em Portugal, tendo surgido quando foi definido no PDM e no Plano Geral de Urbanização o objectivo de requalificação de troços de água que percorrem o aglomerado urbano. Os cursos de água em questão caracterizam-se por serem pouco ramificados e possuírem um regime torrencial a semi-torrencial. No seu percurso estes atravessam ou confinam com áreas residenciais ou industriais, bem como com zonas rurais limítrofes e encontrando-se num estado degradado de conservação, facto que se verifica através a quase total ausência de vegetação ribeirinha nas suas margens, generalizada poluição resultante do vazamento de lixo e de descargas de efluentes, problemas localizados de erosão das margens, de assoreamento e obstrução do leito. Verifica-se assim uma atitude de desatenção para com os corredores fluviais inseridos no meio urbano.

Relativamente à metodologia adoptada, esta teve diversas fases e etapas, tendo-se procedido à análise e caracterização da situação existente, tanto a nível da bacia hidrográfica a montante dos troços seleccionados como a nível da área de intervenção, correspondendo esta aos troços inseridos no perímetro urbano da cidade. De seguida procedeu-se á síntese dos dados obtidos, resultando na fase seguinte a proposta, consistindo esta na adequação das situações identificadas aos conceitos estabelecidos como objectivos do projecto (protecção, recuperação e valorização dos troços seleccionados e sensibilização do público face aos valores ambientais). Através da fase de execução foram programadas e desenvolvidas acções que conduziram á concretização de parte importante dos objectivos do projecto. Essas acções consistiram tanto em medidas estruturais, consistindo em obras levadas a cabo através de empreitadas ou trabalhos de administração directa conduzidas pelo município, como em medidas não-estruturais, consistindo estas em intervenções de cariz regulamentar, de fiscalização e de acções de divulgação pública. De um modo muito sucinto, verifica-se que no seu conjunto as várias acções do projecto resultaram na limpeza geral dos cursos de água, na recuperação dos troços de transição urbano/rural através da limpeza destes, plantação de vegetação autóctone ao longo das faixas marginais, na delimitação de um caminho pedonal, na recuperação e valorização paisagística dos troços urbanos através da integração destes na estrutura verde urbana, sendo dessa maneira criadas áreas de amenidade e recreio, a interligação entre os

diversos bairros e a criação de percursos pedonais com informação ambiental e didáctica relativamente à presença da água na paisagem urbana. Foi também criado um parque urbano contendo uma extensa área de lazer e recreio, caminhos, zonas de estadia e áreas de recreio infantil, prevendo-se o enquadramento da ribeira como elemento estruturante desse espaço (Saraiva, 1999).

– Projecto “Living River Liesing” (LiRiLi)

Este projecto decorreu entre 2002 e 2006 e teve como âmbito a requalificação de parte do rio Liesing, situado na zona sul de Viena (Áustria). Este rio sofreu obras de regularização nas décadas de 50 e 70 através da criação de obras de protecção, sendo diminuída a meandrização do seu traçado, a cobertura do leito e taludes com betão, o aumento da profundidade do canal e a prevenção do crescimento de vegetação ao longo da parte superior dos taludes. Estas intervenções levaram à diminuição da biodiversidade local dado só terem como objectivo a rápida e eficaz condução da água. O “LiRiLi” foi um projecto-piloto desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Fluvial da cidade de Viena abrangendo 5,5km do rio e com o objectivo de maximizar o seu potencial ecológico. Este foi parte de um projecto em maior escala com o objectivo de revitalizar todo o rio, sendo o primeiro projecto de restauração fluvial desta magnitude em zonas urbanas (Sarvan, 2007).

Este projecto teve várias acções, nomeadamente a criação de um novo traçado para o rio de modo a transformar um canal constituído por betão num canal semi-natural mantendo no entanto os objectivos de protecção contra cheias que originaram as primeiras intervenções. As intervenções com o objectivo de revitalizarem o rio incluíram a reconstrução do leito com cascalho, a integração de baías, zonas de baixios, restabelecimento de meandros e restauro da capacidade de transporte do rio, dando-lhe assim condições morfológicas semi-naturais. Aos taludes mais íngremes foi diminuído o declive, alargados e protegidos através de técnicas de engenharia biofísica tais como faxinas constituídas por salgueiros e paliçadas vivas. Vários ecossistemas aquáticos foram estabelecidos e novos habitats para espécies prioritárias foram criados, sendo estes populados por macrozoobentos e espécies piscícolas ao longo do troço requalificado. Tendo em conta que o objectivo não era só a promoção da biodiversidade local mas também o aumento da qualidade de vida dos habitantes, foi construído um parque infantil e um caminho ao longo do rio. A construção de um parque infantil próximo de uma linha de água cria uma oportunidade na óptica da educação ambiental orientada para as crianças, tendo estas a curiosidade de conhecer o local e querer protegê-lo. A realização do trabalho foi acompanhada por uma extensa campanha de publicidade, tendo sido criado um centro de fornecimento de informações na área, distribuindo estas várias publicações e lidando com questões, pedidos e até reclamações por parte da população (Sarvan, 2007).

Prevê-se que até ao ano 2015 toda a secção do rio Liesing inserida em Viena estará requalificada, passando esta a dispor de um novo corredor verde que percorre a cidade e oferece aos seus habitantes um ambiente natural agradável e relaxante (Sarvan, 2007).

– Projecto de Requalificação do Cheonggyecheon

A ribeira Cheonggyecheon, é um curso de água que corre no sentido Oeste-Este ao longo da zona Nordeste de Seul (Coreia do Sul). Esta ribeira de aproximadamente 10km de comprimento viu, nas décadas de 50 e 60, um troço de 6km de comprimento cobertos com uma estrutura de betão reforçado, servindo esta como uma estrada e tendo uma auto-estrada suspensa construída acima de si com 5,4km de comprimento e entre 50 a 80m de largura. Em anos recentes a integridade estrutural e segurança da auto-estrada começaram a ser postas em causa mesmo após as obras que sofreu em 1992. Foi neste contexto que começou a ser formulado o Projecto de Restauração do Cheonggyecheon como alternativa para lidar com a estabilidade e problemas de segurança da estrutura, mas também com o objectivo de revitalizar a economia da área e melhorar a componente ambiental local.

Este projecto surgiu também no seguimento da mudança do paradigma de desenvolvimento urbano da cidade de Seul, passando este de um modelo orientado para o crescimento para um modelo orientado para a gestão. Esta mudança deveu-se ao facto da cidade querer resolver alguns dos seus problemas nomeadamente a deterioração do ambiente urbano, o declínio da economia regional, a falta de segurança da auto-estrada suspensa, a falta de um espaço orientado para o ambiente natural e a recuperação do património histórico-cultural da cidade. O conceito básico por detrás do projecto prende-se com a recuperação do ecossistema anteriormente existente e a restauração das funções do rio, originando o projecto um espaço aberto, limpo e saudável que possibilita a coexistência entre os habitantes e o ambiente natural.

As obras de requalificação, que começaram em 2002 e acabaram em 2005, pretenderam revitalizar aproximadamente 6km do rio, passando este a ter o desenho de um curso de água urbano. Um dos objectivos do projecto foi o de manter um nível médio de água na ribeira à volta dos 30, 40cm. Esta classifica-se como um curso de água de regime efémero, sendo necessário, para manter este nível de água, melhorar o sistema de tratamento de águas residuais, sendo utilizada água residual clarificada para alimentar a ribeira. Tendo em conta que a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) costuma tratar um volume de água cerca de três vezes superior ao necessário para alimentar a ribeira, não se prevê que haja problemas neste campo. Ao longo deste troço foram construídas 21 pontes, algumas pedonais e outras mistas (peões e carros), sendo construídos no topo dos taludes e de ambos os lados da ribeira passeios e estradas com duas a três faixas. O troço foi dividido em três segmentos, sendo um constituído por uma paisagem mais urbana, outro por uma combinação entre o urbano e o natural e um último segmento com uma paisagem só natural. O projecto também pretende incentivar o desenvolvimento da economia local através da requalificação da baixa de Seul. Para tal esta foi transformada num pólo histórico-cultural recuperando assim um legado de 600 anos de história, pólo de negócios, de comércio e turismo combinando assim a modernização do local com o seu passado histórico tendo em mente o

ambiente natural originado pela ribeira. Foram também desenvolvidos corredores verdes, corredores históricos e corredores culturais e, na ribeira em si, aproximadamente 274,000 m² de relvado e espaços recreativos tornam a área agradável e relaxante. Uma outra medida que foi tomada foi a criação de um limite vertical para os prédios a serem construídos, estado este estabelecido entre os 50 e os 70m, permitindo assim a manutenção de uma paisagem mais agradável. Ainda nesta óptica, pretendeu-se estabelecer um sistema de transportes centrado não nos veículos em si mas sim nos cidadãos e na protecção do ambiente, através da introdução de uma nova forma de sistema de trânsito que alivie os congestionamentos e diminua a poluição atmosférica e através do melhoramento das acessibilidades para os peões, incentivando assim a circulação destes sem a necessidade de um veículo particular (Hwang, 2004; Lee, 2005).

3. Enquadramento Legal

Na presente secção são apresentados os principais instrumentos legislativos com relevância no âmbito da gestão e ordenamento dos sistemas fluviais.

3.1. Lei da Água

A transposição para o direito nacional da Directiva nº 2000/60/CE do Parlamento Europeu foi realizada através da publicação da Lei 58/2005 de 29 de Dezembro. A Lei da Água estabelece o enquadramento para a gestão das águas superficiais, nomeadamente as águas interiores, de transição e costeiras e das águas subterrâneas. Este diploma também como objectivos:

- Evitar a degradação, proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos e terrestres;
- Promover a utilização sustentável, a longo prazo, dos recursos hídricos;
- Obter uma protecção adequada e um melhoramento do ambiente aquático, através de medidas interventivas;
- Assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da poluição;
- Mitiga os efeitos das inundações e das secas;
- Assegurar o fornecimento em quantidade e qualidade de águas de origem superficial e subterrânea;
- Proteger as águas marinhas, incluindo as territoriais;
- Assegurar o cumprimento dos objectivos dos acordos internacionais pertinentes, incluindo os que se destinam á prevenção e eliminação da poluição no ambiente marinho.

O presente diploma aplica-se à totalidade dos recursos hídricos, incluindo os respectivos leitos e margens, zonas adjacentes, zonas de infiltração máximas e mínimas e zonas protegidas, entendendo-se por:

- Leito: o terreno coberto pelas águas, quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades, nele se incluindo os mouchões, lodeiros e areais nele formados por deposição aluvial, sendo o leito limitado pela linha da máxima preia-mar das águas vivas equinociais, no caso de águas sujeitas à influência das marés;
- Margem: a faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas com largura legalmente estabelecida;

- Zona adjacente: a zona contígua à margem que como tal seja classificada por um acto regulamentar por se encontrar ameaçada pelo mar ou pelas cheias;
- Zona de infiltração máxima: a área em que, devido à natureza do solo e do substrato geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, a infiltração das águas apresenta condições especialmente favoráveis, contribuindo assim para a alimentação dos lençóis freáticos;

3.2. Planos Regionais de Ordenamento do Território

A criação dos PROT resultou da necessidade da articulação e coordenação dos PDM's, lançados em 1982.

De acordo com a Lei nº 48/98 de 11 de Agosto e do Decreto-Lei nº 316/2007 de 19 de Setembro, os PROT são instrumentos de desenvolvimento territorial que definem a estratégia de desenvolvimento territorial a nível regional, integrando as opções estabelecidas a nível nacional e considerando as estratégias municipais de desenvolvimento local, constituindo o quadro de referência para a elaboração dos planos municipais de ordenamento do território. Estes planos, desenvolvidos a uma escala supra-municipal, abrangem áreas cuja definição depende de vários factores, tendo em consideração a necessidade de integração de problemas ou áreas territoriais.

A elaboração dos PROT é da competência do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (MAOTDR), determinada por Resolução do Conselho de Ministros e conduzia pela CCDR referente à área de intervenção.

Os objectivos destes planos apontam para o estabelecimento de critérios de organização e uso do espaço e normas de ocupação, utilização e gestão do território, tendo em consideração a salvaguarda de valores naturais e culturais.

De acordo com a área de intervenção da presente dissertação, o PROT considerado foi o que diz respeito à Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML). Este constitui-se como um documento fundamental ao ordenamento da AML, destacando-se como prioridades essenciais a sustentabilidade ambiental, a qualificação metropolitana, a coesão sócio-territorial e a organização do sistema metropolitano de transportes.

3.3. Planos Municipais de Ordenamento do Território

Os Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT's) foram estabelecidos pelo Decreto-Lei nº 380/99, tendo este sido alterado pelo Decreto-Lei nº 316/2007. Estes planos englobam os seguintes planos:

- PDM: estes planos destacam-se por estabelecerem o modelo de estrutura espacial do território municipal, constituindo uma síntese da estratégia de desenvolvimento e

ordenamento local prosseguida, integrando as opções de âmbito nacional e regional com incidência na respectiva área de intervenção. O modelo de estrutura espacial do território municipal assenta na classificação do solo e desenvolve-se através da aplicação do mesmo. O seu elemento fundamental é a carta de ordenamento, onde soa delimitadas as classes de espaços em função do uso dominante. A carta de condicionantes e o regulamento integram as restrições de utilidade pública, decorrendo estas da REN, RAN e DPH. Entre os vários tipos de espaços classificados na carta de ordenamento devem constar os espaços culturais e naturais, onde a salvaguarda dos valores naturais, arqueológicos e urbanísticos devem ser integrados na defesa dos recursos hídricos.

- Planos de Urbanização (PU): estes abrangem áreas urbanas, urbanizáveis e áreas não-urbanizáveis intermédias e envolventes das anteriores. Entre os seus principais objectivos consta o de definir uma organização para o meio urbano, estabelecendo o seu perímetro a concepção geral da forma urbana.
- Planos Pormenor (PP): estes incidem em detalhe sobre as áreas dos planos anteriores, definindo a concepção, característica, condicionantes e usos do espaço urbano, nomeadamente as condições gerais de edificação lúdicas e organização de espaços livres, expressos através da planta de implementação.

3.4. Planos de Bacia Hidrográfica

O Decreto-Lei 45/94 de 22 de Fevereiro regula o processo de planeamento dos recursos hídricos e a elaboração e aprovação dos planos de recursos hídricos, nomeadamente, dos PBH, constituindo estes planos o quadro de considerações mais adequadas das medidas regulamentares de conservação dos corredores fluviais, integradas com outros objectivos de gestão dos recursos hídricos.

Tendo em conta que o meio hídrico é um ecossistema de enorme sensibilidade e verificando-se a inexistência de água em abundância de uma forma sustentada, torna-se necessário um planeamento integrado por bacia, constituído este um instrumento orientador de uma gestão correcta dos recursos hídricos.

Neste contexto, o presente diploma tem como objectivos “...a valorização, protecção e gestão equilibrada dos recursos hídricos nacionais, assegurando a sua harmonização com o desenvolvimento regional e sectorial através da economia do seu emprego e racionalização dos seus usos.”

Os PBH elaborados ao abrigo do presente decreto-lei abrangem um total de quinze bacias hidrográficas: Minho, Lima, Cávado, Ave, Douro, Leça, Vouga, Mondego, Lis, Ribeiças do Oeste, Tejo, Sado, Mira, Guadiana e Ribeiças do Algarve.

Os PBH são constituídos por peças escritas e gráficas, contendo obrigatoriamente:

- Diagnóstico, incluindo inventários e análises da situação;
- Definição dos objectivos ambientais de curto, médio e longo prazos;
- Proposta de medidas e acções, com análise de cenários alternativos e com definição de prioridades;
- Programação física, financeira e institucional da implantação das medidas e acções seleccionadas.

Estes planos têm uma duração máxima de oito anos e devem ser revistos obrigatoriamente no prazo máximo de dois anos.

3.5. Planos de Ordenamento de Estuários

A obrigatoriedade à elaboração de Planos de Ordenamento de Estuários (POE) foi definida no n.º 2 do artigo 19.º da Lei da Água (Lei 58/2005 de 29 de Dezembro). Este define os POE como planos especiais de ordenamento do território, assim como sendo instrumentos de gestão territorial que incluem medidas adequadas à protecção e valorização dos recursos hídricos de modo a assegurar a sua utilização sustentável.

Posteriormente foi elaborado o Decreto-Lei 129/2008 de 21 de Julho. Este diploma tem como objectivo estabelecer o regime dos POE, indicando como sendo o âmbito de intervenção destes planos os estuários e respectiva orla estuarina, definindo os conceitos de estuário e respectiva orla e quais os estuários sujeitos à elaboração do respectivo plano.

O diploma também indica os objectivos dos POE. Estes planos “...visam a protecção das suas águas, leitos e margens e dos ecossistemas que os habitam, na perspectiva da sua gestão integrada, assim como a valorização ambiental, social, económica e cultural da orla estuarina...”.

O diploma atribui às Administrações de Região Hidrográfica (ARH) a competência de elaborar os POE, sendo garantido o direito de intervenção de todos os municípios abrangidos pelo plano.

Para além de ter de conter os elementos referidos no n.º 2 do artigo 45.º do Decreto-Lei 380/99 de 22 de Setembro, o Decreto-Lei 129/2008 define no seu artigo 9.º que os PEO devem também ser acompanhados de um programa de medidas de gestão, protecção, conservação e valorização dos recursos hídricos e da orla estuarina abrangidos por este. No seu anexo I, são definidos como estuários objectivos de um PEO os estuários do rio Douro, Vouga, Mondego e Tejo.

Focando concretamente no estuário do Tejo, o Despacho n.º 21020/2009 de 18 de Setembro determinou a elaboração do POE Tejo, definido como objectivos específicos deste plano:

- Definir regras de utilização do estuário do Tejo promovendo a defesa e qualidade dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos, indicando medidas de protecção e valorização, nomeadamente a nível da conservação, reabilitação e utilização sustentável;
- Definir regras e medidas de salvaguarda para a utilização da orla estuarina tendo em consideração os instrumentos de gestão territorial aplicáveis que permitam uma gestão sustentada dos ecossistemas associados;
- Quando necessário, definir medidas complementares e níveis diferenciados de protecção, em áreas do estuário do Tejo e da respectiva orla estuarina;
- Estabelecer os usos preferenciais, condicionados ou interditos na área abrangida pelo POE Tejo, salvaguardando os locais de especial interesse urbanístico, económico, recreativo, turístico, paisagístico, ambiental e cultural.

3.6. Reserva Ecológica Nacional

A REN foi inicialmente criada pelo Decreto-Lei nº 321/82 de 5 de Julho, tendo contribuído para proteger os recursos naturais, especialmente a água e o solo, e para salvaguardar os processos indispensáveis a uma boa gestão do território.

Assim, as alterações registadas na REN têm surgido pela necessidade de se articular com outros instrumentos relevantes. Deste modo, o Decreto-Lei nº 166/2008 de 22 de Agosto, actualmente em vigor, prevê que a delimitação da REN ocorra a dois níveis, a nível estratégico e a nível operativo. A nível estratégico tal ocorre através de orientações estratégicas de âmbito nacional e regional. O nível operativo traduz-se na elaboração, a nível municipal, de propostas de delimitação das áreas de REN, com indicação dos valores e dos riscos que justificam a sua integração.

As orientações estratégicas de âmbito nacional são elaboradas pela Comissão Nacional da REN, com a colaboração das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR). No âmbito regional, estas são elaboradas também pelas CCDR com a colaboração da respectiva ARH e em articulação com os municípios da área territorial abrangida.

O actual regime jurídico da REN define-a como sendo uma restrição de utilidade pública à qual se aplica um regime territorial especial que estabelece um conjunto de condicionamentos à ocupação, uso e transformação do solo. A REN visa contribuir para a ocupação e usos sustentáveis do solo, tendo como objectivos:

- Proteger os recursos naturais, água e solo;
- Prevenir e reduzir os efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes;
- Contribuir para a coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza;

- Contribuir para a concretização, a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológicos e da gestão transeuropeia de riscos.

De acordo com o nº1 do artigo 20º do capítulo III, são interditas nas áreas incluídas na REN os usos ou acções de iniciativa privada que se traduzam em:

- Operações de loteamento;
- Obras de urbanização, construção e ampliação;
- Vias de comunicação;
- Escavação e aterros;
- Destruição do revestimento vegetal, não incluindo as acções necessárias ao normal e regular desenvolvimento das operações culturais de aproveitamento agrícola do solo e das operações correntes de condução e exploração dos espaços florestais.

No âmbito do interesse público, nas áreas da REN podem ser realizadas as acções com relevância a este nível, desde que estas sejam reconhecidas como tal por despacho conjunto do membro do Governo responsável pelas áreas do ambiente e do ordenamento do território e do membro do Governo competente em razão da matéria, desde que não se possam realizar de forma adequada em áreas não integradas na REN.

Constituindo os leitos e margens dos cursos de água abrangidos pela REN áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre, não podem ser realizados os usos e acções que coloquem em causa, cumulativamente, as seguintes acções:

- Assegurar a continuidade do ciclo da água;
- Assegurar a funcionalidade hidráulica e hidrológica dos cursos de água;
- Drenagem dos terrenos confinantes;
- Controlo dos processos de erosão fluvial, através da manutenção da vegetação ripícola;
- Prevenção das situações de risco de cheias, impedindo a redução da secção de vazão e evitando a impermeabilização dos solos;
- Conservação de habitats naturais e das espécies da flora e da fauna.

As zonas ameaçadas pelas cheias compreendem a área contígua à margem de um curso de água que se estende até à linha alcançada pela cheia com período de retorno de 100 anos ou pela maior cheia conhecida, no caso de não existirem dados que permitam identificar a cheia centenária.

A delimitação das zonas ameaçadas pelas cheias deve incluir as áreas susceptíveis de inundação causadas por transbordo da água do leito de rios e cursos de água devido à ocorrência de caudais elevados, efectuada através de modelação hidrológica e hidráulica que permita o cálculo das áreas

inundáveis com período de retorno de pelo menos 100 anos, da observação de marcas ou registos de eventos históricos e de dados cartográficos e de critérios geomorfológicos, pedológicos e topográficos.

Relativamente às zonas ameaçadas por cheias, nestas zonas podem ser realizados os usos ou acções que, cumulativamente, não coloquem em causa as seguintes funções:

- Prevenção e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens;
- Garantia das condições naturais de infiltração e retenção hídricas;
- Regulação do ciclo hidrológico pela ocorrência dos movimentos de transbordo e de retorno das águas;
- Estabilidade topográfica e geomorfológica dos terrenos em causa;
- Manutenção da fertilidade e capacidade produtiva dos solos inundáveis.

3.7. Domínio Público Hídrico

O Domínio Público Hídrico (DPH) é um conceito que prevalece em Portugal desde os tempos da monarquia. Este era regido pelo Regulamento dos Serviços Hidráulicos de 1892, sendo revisto, actualizado e unificado através do Decreto-Lei nº 468/71 de 5 de Novembro e mais recentemente pela Lei nº 54/2005 de 15 de Novembro, onde é estabelecida a titularidade dos recursos hídricos. Este diploma apresenta-se como uma base para a definição da jurisdição e tutela das entidades responsáveis pela gestão dos cursos de água e zona envolvente., sendo estabelecido como fazendo parte do DPH os leitos e as margens das águas do mar, leitos e margens de águas navegáveis ou fluviáveis e de águas não navegáveis e não fluviáveis, que atravessem terrenos públicos do Estado.

Define também leito como sendo o terreno coberto pelas águas quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades, estando incluídos os mouchões, lodeiros e areais aí formados por deposição aluvial. Dado que o DPH é composto pelo DP Marítimo e pelo DP Fluvial, são definidos os seguintes termos:

- Leito de águas do mar: é delimitado pela linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais, sendo essa linha definida para cada local em função do espraimento das vagas em condições médias de agitação do mar. O leito das demais águas sujeitas à influência das marés é definida em função do espraimento das vagas em condições de cheias médias.
- Leito de águas fluviais: é delimitado pela linha que corresponde à estrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto.

A margem é definida como sendo uma faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas e divide-se em três tipos:

- Margem das águas do mar, águas navegáveis ou flutuáveis que se encontrem sujeitas à jurisdição das autoridades marítimas e portuárias: tem uma largura de 50 metros;
- Margem das restantes águas navegáveis ou flutuáveis: Tem uma largura de 30 metros;
- Margem das águas não navegáveis nem flutuáveis: tem uma largura de 10 metros.

É definido também o conceito de zona adjacente. Esta é entendida como toda a área contígua à margem que como tal seja classificada por se encontrar ameaçada pelo mar ou pelas cheias. As zonas adjacentes estendem-se desde o limite da margem até à linha alcançada pela maior cheia, com período de retorno de 100 anos, ou à maior cheia conhecida caso não existam dados que permitam identificar a anterior. Esta é sujeita a restrições de utilidade pública como forma a controlar o processo de edificação nessas zonas e a actuar, de maneira preventiva, sobre o avanço das águas do mar e a sobre a ocorrência de cheias.

Em todas as áreas contíguas a cursos de água que não sejam classificadas como zonas adjacentes, mas que se encontrem dentro do limite da maior cheia conhecida ou de uma faixa de 100 metros para cada lado da linha de água, quando não se conheça esse limite, estão sujeitas a parecer da respectiva Direcção Geral do Ambiente (DGA) todas as operações de loteamento urbano ou ainda quaisquer obras ou edificações.

Nas áreas delimitadas como zona de edificação proibida das áreas adjacentes, definidas como tal em portaria, é interdito:

- Destruir o revestimento vegetal ou alterar o relevo natural, com excepção da prática de culturas tradicionalmente integradas em explorações agrícolas;
- Instalar vazadouros, lixeiras, parques de sucata ou quaisquer outros depósitos de materiais;
- Realizar construções, construir edifícios ou executar obras susceptíveis de constituir obstrução à livre passagem das águas;
- Dividir a propriedade em áreas inferiores à unidade mínima de cultura.

Nas áreas delimitadas como zona de ocupação edificada condicionada das áreas adjacentes, definidas como tal em portaria, somente é permitida a construção de edifícios mediante autorização de utilização dos recursos hídricos afectados e desde que:

- Tais edifícios constituam complemento indispensável de outros já existentes e devidamente licenciados ou que se encontrem inseridos em planos já aprovados;
- Os efeitos das cheias sejam minimizados através de normas específicas, sistemas de protecção e drenagem e medidas para a manutenção e recuperação de condições de permeabilidade dos solos.

3.8. Avaliação e Gestão dos Riscos de inundação

As inundações são fenómenos naturais que não podem ser evitados. A ocorrência destes fenómenos pode por em causa a segurança de pessoas, bens e do ambiente em geral, podendo também provocar a perda de vidas e ser responsável por impactos sócio-económicos relevantes.

No entanto é possível reduzir o risco e os impactes negativos associados a estes fenómenos, nomeadamente os que estão associados à saúde e vidas humanas, património cultural, actividades económicas, infra-estruturas e ambiente.

Neste sentido foi criado o Decreto-Lei nº 115/2010 de 22 de Outubro. Este diploma estabelece um quadro para avaliar e gerir os riscos de inundações, pretendendo-se assim reduzir os impactes negativos associados às inundações acima citados.

São também definidos alguns conceitos, nomeadamente:

- Inundação: cobertura temporária por água de uma parcela de terreno fora do leito normal, resultante de cheias provocadas por fenómenos naturais como precipitação, incrementando o caudal os rios, torrentes de montanha e cursos de água efémeros correspondendo estas a cheias fluviais, ou de sobrelevação do nível das águas do mar nas zonas costeiras.
- Leito normal: terreno ocupado pelas águas com o caudal que resulta da média dos caudais máximos instantâneos anuais, sendo que no caso de águas sujeitas à influência das marés corresponde à zona atingida pela máxima preia-mar das águas vivas equinociais.
- Risco de inundação: combinação da probabilidade de inundações, tendo em conta a sua magnitude, e das suas potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, ambiente, património cultural, infra-estruturas e actividades económicas, sendo as suas consequências prejudiciais avaliadas através da identificação do número e tipo de actividade afectada, podendo por vezes se apoiada numa análise quantitativa.

O diploma atribui às ARH as competências de definir as unidades de gestão, efectuar a avaliação preliminar de riscos de inundação, propor zonas de riscos potenciais significativos de inundações, elaborar cartas de zonas inundáveis para áreas de risco e cartas de riscos de inundações e elaborar e implementar os planos de gestão de riscos de inundações.

Sendo planos sectoriais, os planos de gestão dos riscos de inundação deverão ser integrados em planos de nível abaixo (ex. PDM) destes e integrar as directrizes de planos de nível superior (ex. planos nacionais).

Uma importante alteração que este diploma trouxe foi a definição da precipitação com um período de retorno de 100 anos como tendo uma probabilidade média de ocorrência.

3.9. Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental das Cidades

Não sendo um instrumento legislativo de gestão de sistemas fluviais, o Programa Polis tem sido um exemplo de requalificação e valorização ambiental do espaço urbano em Portugal, merecendo por isso alguma atenção.

O Programa POLIS é um diploma do MAOTDR que pretende melhorar a qualidade de vida nas cidades através de intervenções nas vertentes urbanística e ambiental, melhorando a atractividade e competitividade de pólos urbanos que têm um papel relevante na estruturação do sistema urbano nacional.

Neste sentido, o POLIS tem como objectivos:

- Desenvolver grandes operações integradas de requalificação urbana com uma forte componente de valorização ambiental;
- Desenvolver acções que contribuam para a requalificação e revitalização de centros urbanos e que promovam a multifuncionalidade desses centros;
- Apoiar outras acções de requalificação que permitam melhorar a qualidade do ambiente urbano e valorizar a presença de elementos ambientais estruturantes tais como frentes de rio ou de costa;
- Apoiar iniciativas que visem aumentar as zonas verdes, promover áreas pedonais e condicionar o trânsito automóvel em centros urbanos.

4. Metodologia

As metodologias com o objectivo de requalificar ou restaurar linhas de água variam consoante o objectivo da intervenção. Assim, tendo em conta os objectivos da presente dissertação, a metodologia proposta teve como base a apresentada em Amorim (2005) e Saraiva (1999), tendo-se no entanto o cuidado de adaptar os métodos ao local em causa, sendo apresentada na Figura 4.1 as várias fases de elaboração da proposta e os parâmetros analisados em cada fase:

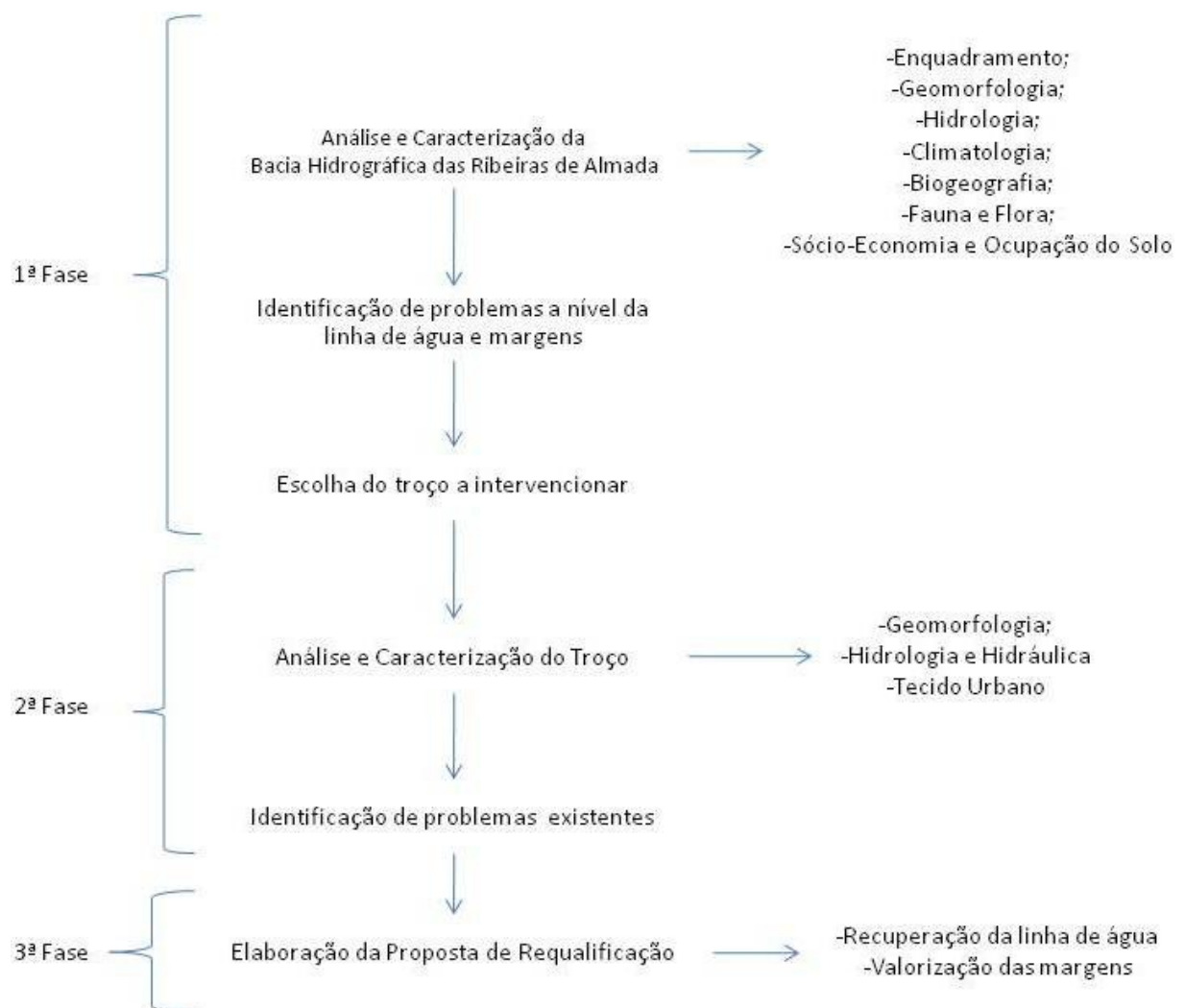


Figura 4.1 - Esquema da Metodologia

As bacias hidrográficas assumem uma grande importância na recuperação das áreas degradadas devido ao facto de grande parte dos danos ambientais ocorrerem na superfície desta. Nesse sentido é determinante conhecer a sua formação, constituição e dinâmica, de modo a que as intervenções de requalificação não sejam apenas temporárias e sem grande eficácia.

Assim na 1ª Fase procedeu-se à análise e caracterização da Bacia Hidrográfica das Ribeiras de Almada (BHRA) de modo a permitir um conhecimento do terreno e da forma deste. Foi analisada a rede hidrográfica, hipsometria, declives, exposição de vertentes, geologia, litologia, comportamento

hidrológico da bacia, caracterização climática, biogeografia, fauna e flora e a evolução do uso do solo.

A caracterização geomorfológica foi efectuada com recurso ao software ArcGIS versão 9.3, permitindo este trabalhar toda a informação geográfica georreferenciada do local e traduzi-la para mapas da área de estudo.

Relativamente ao comportamento hidrológico, para a sua caracterização foram utilizados a área, perímetro, comprimento e ordem da linha de água principal, coeficiente de compacidade, factor de forma, densidade e padrão de drenagem, sendo cada um destes parâmetros determinado para cada uma das sub-bacias que compreendem a área de estudo. Esta componente foi analisada de modo a começar-se a ter uma ideia de zonas potencialmente problemáticas relativamente ao escoamento (maior ou menor potencial à ocorrência de inundações). A área, perímetro e comprimento da linha de água principal foram determinados através do software ArcGIS versão 9.3, sendo a ordem da linha de água principal determinada com recurso à classificação segundo Horton, posteriormente modificada por Strahler (Lencastre & Franco, 2006).

Relativamente ao coeficiente de compacidade (ou Índice de Gravelius), este relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo de igual área, tendo sido calculado através da seguinte expressão (Lencastre & Franco, 2006):

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (4.1)$$

Sendo K_c o índice de Gravelius, P o perímetro da bacia (km) e A a área da bacia (km²)

Quanto mais irregular a bacia, maior o valor deste parâmetro, que toma o valor mínimo igual à unidade para bacias circulares. Este índice dá uma indicação quanto à tendência de ocorrerem cheias na bacia, sendo essa tendência menor para valores elevados do índice.

O factor de forma é calculado através da relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial, consistindo este último no comprimento do curso de água mais longo e sendo esta relação expressa pela seguinte expressão (Lencastre & Franco, 2006):

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (4.2)$$

Sendo K_f o factor de forma, A a área da bacia (km²) e L o comprimento (km)

Este parâmetro fornece informação sobre a tendência para a ocorrência de cheias, sendo a tendência à ocorrência deste fenómeno maior para valores elevados do factor de forma.

A densidade de drenagem relaciona o comprimento total dos cursos de água com a área total da bacia. De acordo com Lencastre & Franco (2006), apesar de existirem poucas informações sobre este parâmetro, verifica-se que o seu valor varia entre 0.5 km/km², para bacias mal drenadas, e 3.5 km/km², para bacias excepcionalmente bem drenadas. No entanto, os valores apresentados tiveram como referência cartografia à escala 1:50000.

De acordo com Strahler (1975), para redes de drenagem a uma escala inferior a densidade de drenagem pode ser classificada como baixa quando tem valores inferiores a 5 km/km^2 , média quando varia entre 5 e 13.5 km/km^2 , alta quando se encontra entre 13.5 e 155.5 km/km^2 e muito alta quando está acima de 155.5 km/km^2 .

Para a elaboração da caracterização climática foram utilizados dados do INMG (1991) referentes à estação meteorológica do Lavradio ($38^\circ 41' \text{ N}$, $9^\circ 03' \text{ W}$, 6m). A escolha da estação teve como base a proximidade à área de estudo e a existência de dados para realizar a caracterização.

Relativamente à caracterização biogeográfica, esta foi elaborada com base na Classificação Ecológica de Pina-Manique e Albuquerque, na Classificação Fitogeográfica e a Classificação Biogeográfica.

As espécies de fauna e flora foram caracterizadas com o recurso a vária bibliografia disponível e através de observações feitas no campo.

A elaboração das cartas de uso do solo foi feita com recurso ao software ArcGIS versão 9.3 e através da interpretação de fotografias aéreas dos respectivos anos (1958, 1982 e 2004). Para a carta de uso do solo de 2004 foram criadas oito classes, de modo a perceber quais os usos do solo existentes na bacia, pretendendo-se assim perceber como estes podem afectar o funcionamento da bacia. Relativamente às cartas de 1958 e 1982, foram somente criadas quatro classes. Tal foi feito pois o objectivo da criação destas cartas seria o de verificar a evolução no uso do solo ao longo destes três períodos temporais. Além disso, a verificação da existência de mais usos do solo torna-se impraticável dado as fotografias aéreas de 1958 e 1982 serem a preto e branco e com uma baixa resolução.

Para a comparação entre os três períodos ser possível foi necessário agregar as oito classes da carta de 2004 em quatro (Tecido urbano, Zonas agrícolas, Floresta / Matos e Rede viária principal), sendo posteriormente feita a comparação das três cartas.

Após feita a análise dos parâmetros anteriormente descritos e conclusões retiradas procedeu-se à identificação de problemas existentes nas linhas de água e respectiva margem. Esta identificação foi feita com base nos ortofotomapas de 2004 e através de visitas de campo feitas ao longo das linhas de água. Após a identificação foi seleccionado um troço que pudesse ser problemático, sendo esta selecção feita tendo em mente tanto os problemas do troço como os objectivos da dissertação.

A 2ª Fase consistiu na análise e caracterização do troço. Este procedimento foi semelhante ao realizado na 1ª Fase, sendo a diferença a escala de análise e alguns dos parâmetros analisados, nomeadamente parâmetros hidrológicos e hidráulicos. A este nível foi estudada a precipitação, caudal, tensão de arrastamento e geometria hidráulica com o objectivo de dimensionar o canal do troço. Teria sido também aconselhável o estudo da tipologia dos sedimentos e caudal sólido; no entanto, para tal teria sido necessário realizar várias amostragens ao longo do período de um ano de modo a observar como estes variavam de acordo com a variação do caudal. Como tal não foi

possível, esta caracterização não foi efectuada, sendo no entanto recomendado que esta seja feita durante a monitorização dos efeitos da proposta. Foi também elaborada a caracterização do tecido urbano circundante de modo a perceber se as edificações na margem do troço seriam recentes ou construções mais antigas.

Relativamente ao caudal, dada a ausência de dados para o troço seleccionado, foi necessário estimar o seu valor com recurso a dados de precipitação e à carta de uso do solo. Os dados de precipitação utilizados para estimar o caudal são os de precipitação máxima diária anual (PDMA), sendo estes utilizados para estimar um valor de PDMA com um período de retorno de 100 anos (PDMA₁₀₀). Foi utilizado este período de retorno dado actualmente se considerar que este valor tem uma probabilidade de ocorrência média número 1b) do Artigo 7º do Decreto-Lei 115/2010 de 22 de Outubro).

Devido à ausência de uma estação meteorológica com estes dados na proximidade da área de estudo, foi necessário estimar estes valores com base num conjunto de três estações, sendo a escolha destas feita tendo em conta a quantidade de dados disponíveis e a proximidade à área de estudo. Assim as estações meteorológicas seleccionadas foram as que se encontram localizadas em Cacém, Alcochete e Azeitão (Figura 4.2).

Tendo em mente que foi necessário proceder ao cálculo do valor da PDMA₁₀₀ através de uma série de dados com poucos valores, estes serem recolhidos em várias estações e também devido à distância das estações à área em estudo e entre si, os dados sofreram, numa primeira fase, um tratamento estatístico, sendo este tratamento feito de modo a garantir a fiabilidade dos dados e dos valores obtidos.

O período definido para análise (1976-2005) teve como critérios a existência de dados em comum para as três estações e também a obtenção de 30 valores de PDMA consecutivos. Ao analisar os dados correspondentes a este período verificou-se que a série pertencente à estação do Cacém se encontrava incompleta. De modo a obter os 30 valores anuais consecutivos, foi necessário completar a série do Cacém com base nos valores de precipitação diária (PD) desta estação e valores de PDMA da estação de Sacavém de Cima. Esta foi escolhida pois, apesar de não ter dados suficientes para ser utilizada para o cálculo da PDMA ponderada, tem em quantidade suficiente para se calcular os valores de PDMA em falta no Cacém. A escolha da estação foi feita após a análise da correlação entre os valores das duas estações (0.72).

Após os dados pertencentes à estação do Cacém serem completados, foram calculados os valores de PDMA ponderada, sendo estes valores obtidos com base no método de Thiessen. Foi escolhido este método pois, apesar de ser possível calcular através do método das isoietas, além dos resultados não diferirem significativamente, este último requer a elaboração de uma carta para cada ano a considerar, sendo assim mais trabalhoso e não tendo vantagens extra que justifiquem o seu uso.

O método de Thiessen consiste em unir os postos adjacentes por segmentos de rectas, dois a dois e traçar normais ao meio dos segmentos, formando assim polígonos com estas normais (polígonos de Thiessen). Cada um dos polígonos formados tem um único posto de observação no seu interior e qualquer ponto contido no interior do polígono está mais próximo desse posto do que qualquer outro. Na Figura 4.2 é possível observar os polígonos de Thiessen correspondentes às estações utilizadas.

Para o cálculo da PDMA ponderada recorreu-se aos coeficientes de Thiessen. Para isso multiplicou-se o valor de PDMA de cada estação pelo respectivo coeficiente de Thiessen, sendo este a razão entre a área de influência do polígono e a área total da zona de estudo.

Após a obtenção do valor da PDMA para cada ano, determinou-se uma distribuição estatística que melhor se ajusta á função de distribuição empírica da amostra. A distribuição escolhida foi a distribuição assintótica de extremos do tipo I, ou Lei de Gumbel, sendo testado o ajuste da função empírica a esta distribuição. A expressão seguinte mostra a função utilizada para calcular a PDMA₁₀₀,

$$F(x) = \exp[-e^{-a(x-x_0)}] \quad (4.3)$$

onde x é o valor da precipitação que tem uma probabilidade de não excedência de $F(x)$,

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0.577}{a} \quad (4.4)$$

$$a = \frac{\pi}{\sqrt{6}S_x} \quad (4.5)$$

Sendo \bar{x} e S_x são respectivamente a média e o desvio-padrão dos valores de PDMA ponderada.

A finalidade do ajustamento é definir uma equação matemática para a função de distribuição e consequentemente permitir extrapolar, com uma certa confiança (neste caso 95%), os valores cujo período de retorno sejam superiores à duração do período em que a amostra foi obtida. De modo a testar o referido ajustamento foram utilizados os testes do Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov, testes usualmente utilizados em hidrologia (Lencastre & Franco, 2006). Estes testes comparam os valores calculados com os valores tabelados para cada situação e rejeitam a hipótese da amostra provir de uma população com a distribuição em análise se o valor calculado for superior ao valor tabelado para um determinado nível de confiança.

Para aplicar o teste do Qui-Quadrado (X^2) é necessário dividir o domínio da distribuição estatística que se pretende testar em M intervalos, sendo a estatística do teste definida por:

$$X^2_{\text{calculado}} = \sum_{i=1}^M \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (4.6)$$

onde, para cada um dos intervalos M O_i é o número de elementos da amostra contidos no intervalo, E_i é o valor correspondente com o modelo de distribuição testado. Assim:

$$E_i = NP_i \quad (4.7)$$

onde N é o número de elementos da amostra e P_i é a probabilidade de cada intervalo.

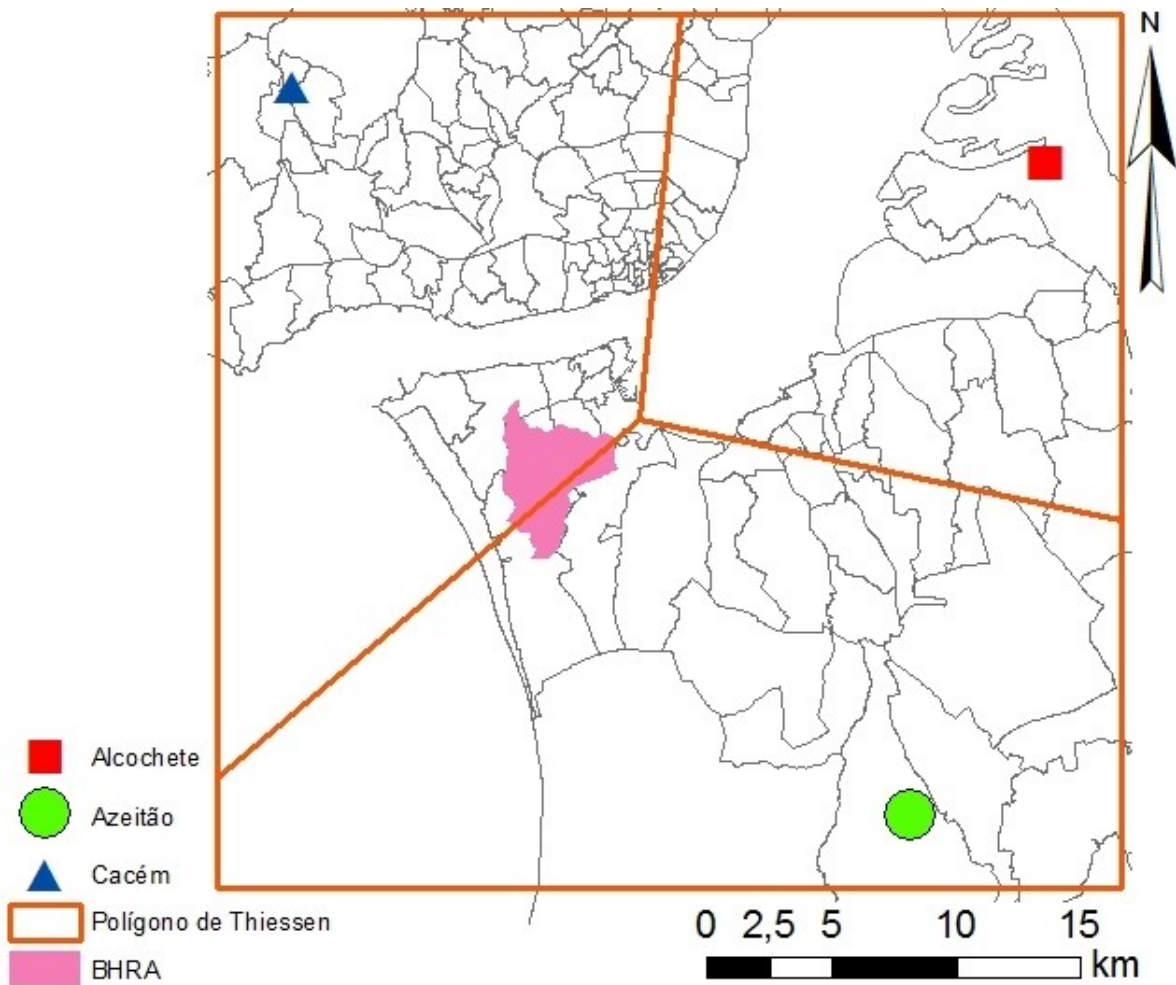


Figura 4.2 - Estações e respectivo polígono de Thiessen utilizados para estimar a PDMA₁₀₀

Esta distribuição tem $v = M - 1 - L$ graus de liberdade, onde L é o número de parâmetros estimados a partir da amostra. Para obter o valor tabelado, foi consultada uma tabela presente em Lencastre & Franco (2006).

Relativamente ao teste Kolmogorov-Smirnov (D), este calcula-se com base na seguinte expressão:

$$D_{\text{calculado}} = \text{máximo} \left\{ \left| \left(\frac{n}{N} \right) - F(x_n) \right| ; \left| F(x_n) - \frac{(n-1)}{N} \right| \right\} \quad (4.8)$$

onde $1 \leq n \leq N$, N é o número de elementos da amostra e $F(x_n)$ é o valor da probabilidade de não excedência associado ao valor de PDMA ponderada correspondente à posição n . Para calcular o D_{tabelado} utiliza-se a seguinte expressão.

$$D_{\text{tabelado}} = \frac{\sqrt{N} - 0.01 + 0.85}{\sqrt{N}} \quad (4.9)$$

De modo a determinar o caudal de ponta de cheia que passa pela secção de referência foi utilizada a fórmula do Soil Conservation Service:

$$Q_p = \frac{0.277 \times k \times A \times h_u}{t_p} \quad (4.10)$$

onde Q_p é o caudal de ponta de cheia em m^3/s ; k é um factor de ponta que varia entre 1 e 0.5, no caso de bacias muito ou pouco declivosas, respectivamente (nos cálculos habituais utiliza-se o valor 0.75); A é a área da bacia, em km^2 , t_p é o tempo de crescimento e h_u é a altura de precipitação útil. O valor 0.277 é utilizado para a conversão das unidades utilizadas.

O valor de h_u é calculado com base na seguinte expressão:

$$h_u = \frac{(h - h_0)^2}{h + 4h_0} \quad (4.11)$$

onde h é uma dada altura de precipitação total e h_0 exprime as perdas iniciais da chuvada, sendo estas calculadas pela expressão seguinte:

$$h_0 = \frac{5080}{N} - 50.8 \quad (4.12)$$

sendo N o número de escoamento, dependendo do tipo hidrológico do solo, da sua utilização e das condições de superfície. Tendo em conta que a área de estudo é composta por vários usos do solo, o N utilizado consistiu na média ponderada dos números de escoamento correspondentes aos vários usos do solo existentes.

Para o cálculo do valor do tempo de crescimento (t_p) utilizou-se a seguinte expressão:

$$t_p = \frac{1}{2}t_r + 0.6t_c \quad (4.13)$$

onde t_r é a duração da precipitação útil em horas e t_c é o tempo de concentração da bacia, também em horas.

A duração da chuvada útil (t_r) é calculada de acordo com a expressão:

$$t_r = t - \frac{h_0}{I} \quad (4.14)$$

onde t é a duração total da precipitação e I é a intensidade média desta.

Para o cálculo do tempo de concentração (t_c) utilizou-se a média dos t_c obtidos através das fórmulas de Giandotti e Kirpich (Lencastre & Franco, 2006).

Para a caracterização da geometria hidráulica foi necessário dividir o Troço 2 em dois sub-troços, designados por 2A e 2B (Figura 4.3).

Tal foi necessário dado a impossibilidade de medir alguns parâmetros no local designado por Troço 2B pois este encontra-se completamente coberto. Assim, e após esta selecção, foram feitas medições no campo de valores máximos e mínimos da profundidade, largura na superfície e no fundo do canal para o Troço 1 e para os 2 subtroços. Para a caracterização foram também utilizados valores médios relativamente a estes parâmetros. Alguns valores do Troço 2B tiveram de ser assumidos, valores estes referentes à sua profundidade e largura. Dada a informação que este troço foi construído ao mesmo tempo que o Troço 2A e só posteriormente coberto, assumiu-se que o declive seria o mesmo, sendo assim calculado o declive do Troço 2A e com base neste calculada a

profundidade para o Troço 2B. Relativamente à largura de fundo, o valor assumido foi o do valor da largura na superfície, dado o seu formato rectangular.



Figura 4.3 - Divisão do troço principal de acordo com a geometria hidráulica dos sub-troços

Para a determinação da altura e velocidade de escoamento, assumiu-se que este se faz em regime uniforme, sendo estes parâmetros determinados através da fórmula de Manning-Strickler. Considerou-se que o escoamento ocorre em regime uniforme dado que as variações que ocorrem na geometria hidráulica do canal serem ligeiras. Relativamente à adopção da fórmula de Manning-Strickler, tal ocorreu pois de acordo com Florineth & Molon (2004), esta é a fórmula a que normalmente se recorre em casos como o actual. Outro motivo prende-se com o facto de esta equação ter um elevado rigor experimental e consequente exactidão do coeficiente de rugosidade

A equação de Manning-Strickler traduz-se pela seguinte expressão:

$$U = K_s R_h^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (4.15)$$

Onde U é a velocidade (m/s), K_s é o coeficiente de rugosidade ($m^{1/3}/s$), R é o raio hidráulico (m) dado pelo quociente entre a área da secção transversal do canal e o perímetro molhado deste e i é o declive da linha de água em m/m. Os valores de K_s utilizados encontram-se na seguinte tabela:

Tabela 4.1 - Valores de K_s utilizados para a caracterização da geometria hidráulica dos troços (Fonte Chason, 2004; Lencastre, 1991)

Cobertura do canal	K_s ($m^{1/3}/s$)
Enrocamento	30
Betão	90
Vegetação	35

A tensão de arrastamento foi calculada com recurso á seguinte expressão:

$$\tau_{\omega} = \gamma Ri \quad (4.16)$$

Onde τ_{ω} é a tensão de arrastamento aplicada nas margens e leito, γ é o peso específico da água (10000 N/m³), R é o raio hidráulico e i o declive da linha de água (m/m). Este é um parâmetro extremamente importante dado indicar a tensão que vai ser exercida sobre as obras de engenharia natural a instalar no local.

5. Caracterização e Enquadramento

5.1. Bacia Hidrográfica das Ribeiras de Almada

A BHRA pertence à Bacia Hidrográfica do Tejo, situando-se na zona Noroeste do distrito de Setúbal, mais precisamente, nos concelhos de Almada e Seixal, estando no entanto a maior parte localizada em Almada. Esta bacia é percorrida por quatro ribeiras, a Ribeira do Guarda-Môr, Ribeira da Sobreda, Ribeira da Regateira e Ribeira da Charneca (Figura 5.1).

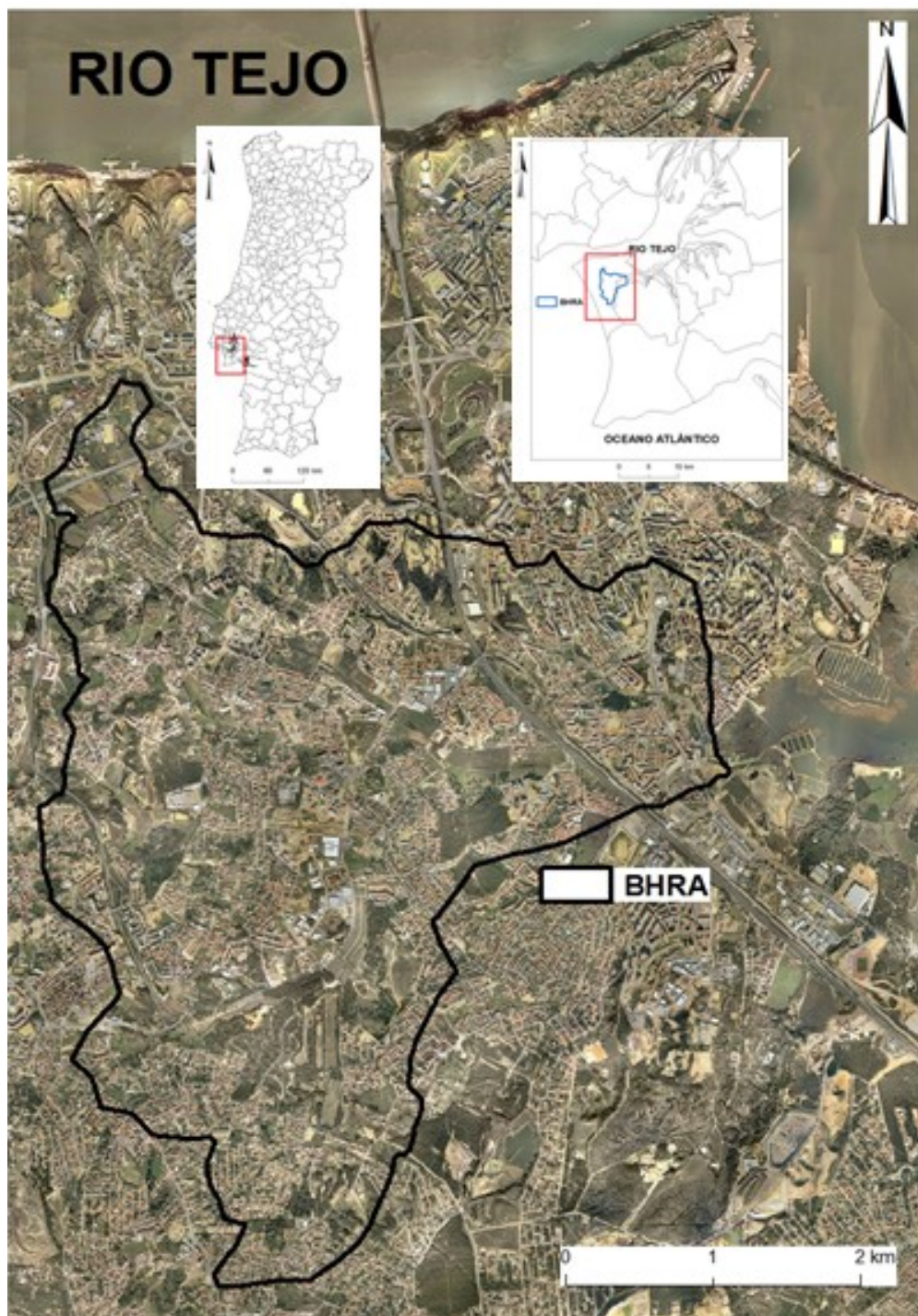


Figura 5.1 - Enquadramento da BHRA (Fonte: IGP, 2004)

5.1.1. Elementos Geomorfológicos

A BHRA compreende uma área de aproximadamente 15.6 km². A rede hidrográfica tem um total de 52.8 km de comprimento, apresenta um desenvolvimento no sentido Oeste – Este e a foz no Sapal de Corroios (Estuário do Tejo). O maior curso de água desta bacia hidrográfica corresponde à Ribeira do Guarda-Môr, situada na parte Noroeste da bacia e possuindo cerca de 3.24 km de comprimento.

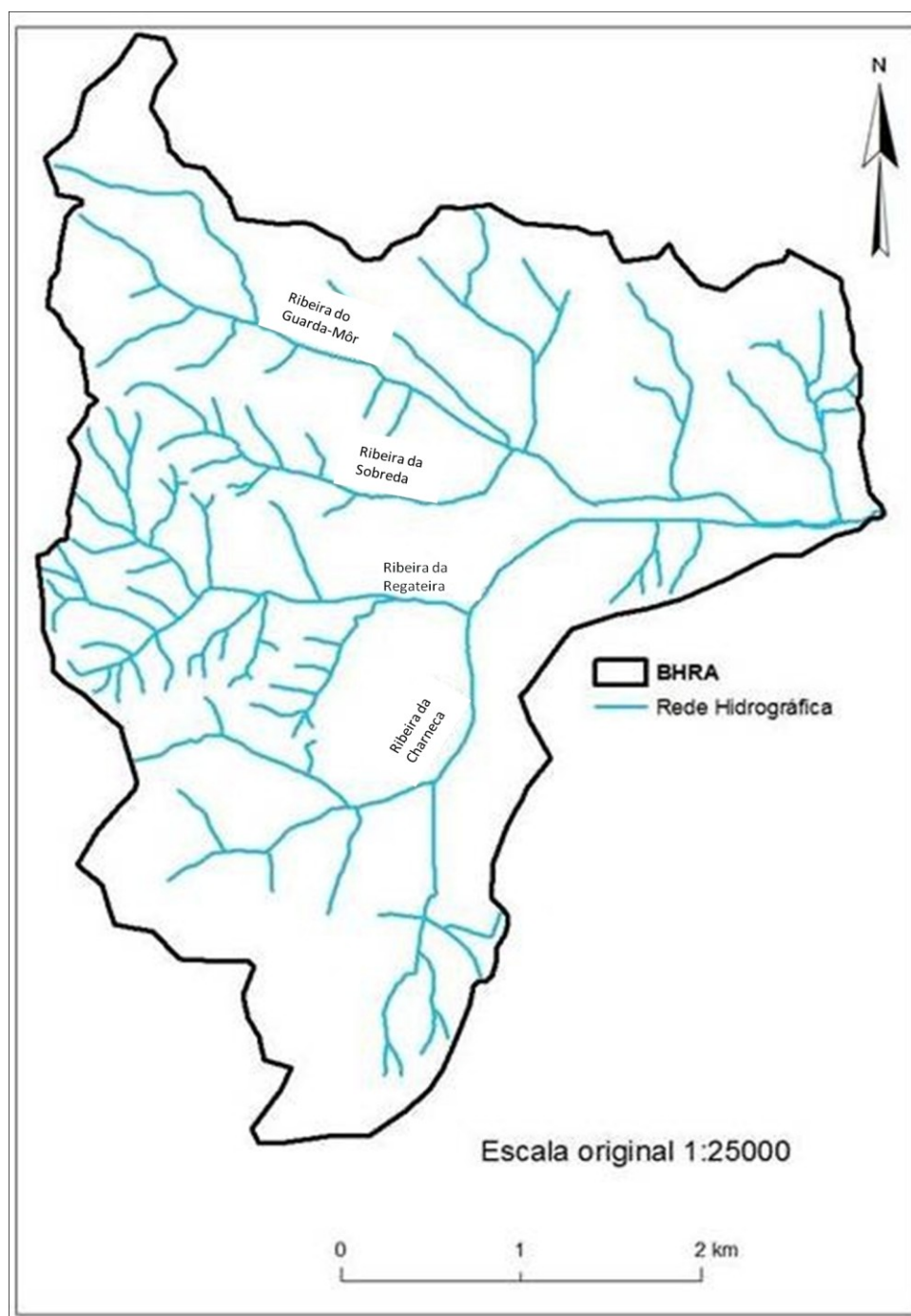


Figura 5.2 - Rede Hidrográfica (Adaptado de IGP (2002))

Através da observação da carta hipsométrica verifica-se que na BHRA a altitude varia entre os 5 e os 110 m (Figura 5.3), sendo este último valor referente ao limite noroeste da mesma.

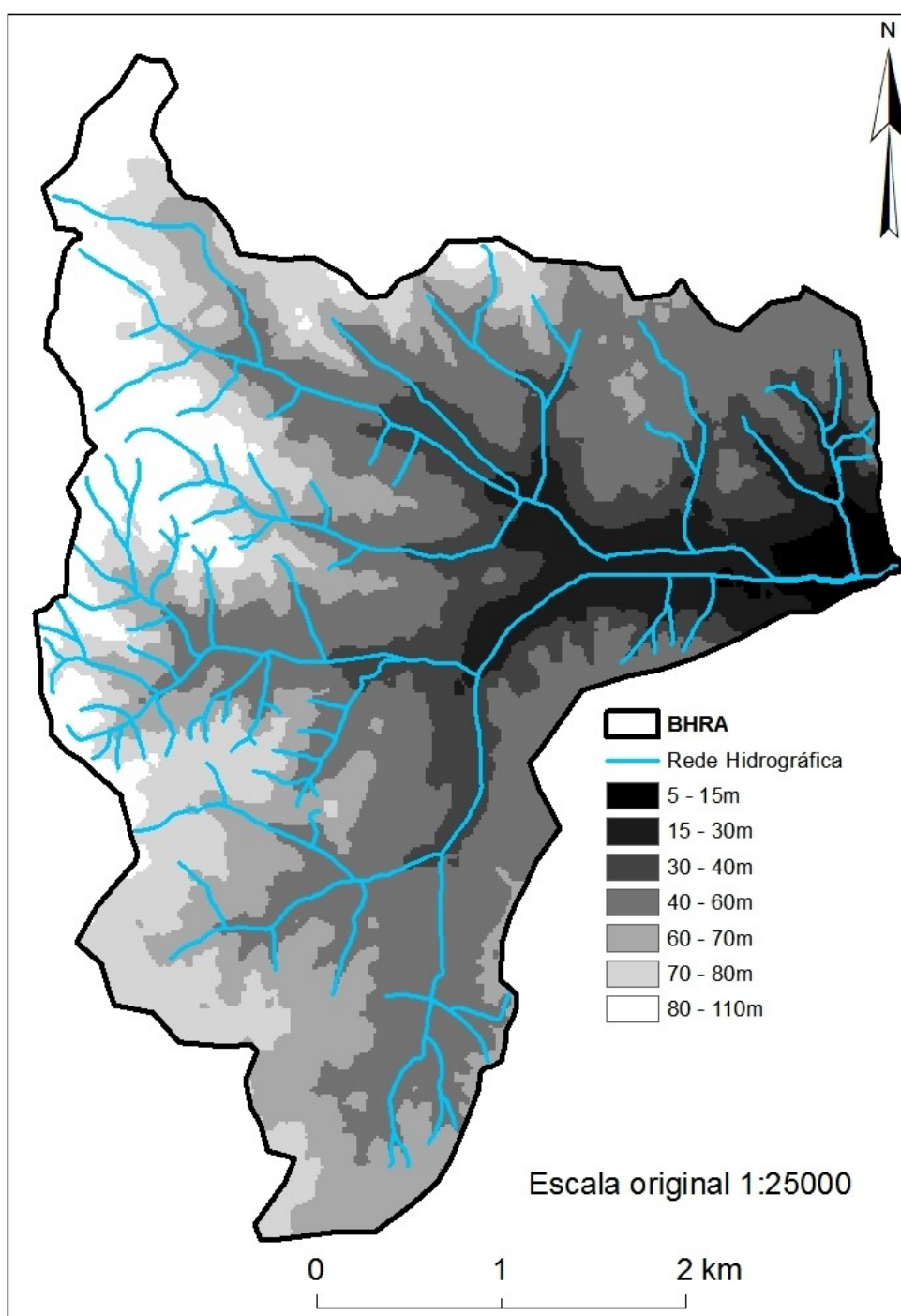


Figura 5.3 - Hipsometria (m) (Fonte: Carta altimétrica 1:25000 do IGP (2002))

Na Tabela 5.1 é possível observar a divisão percentual da bacia de acordo com a classe de altitude.

Relativamente aos declives, apesar de ser relativamente plana, a bacia apresenta zonas com algum declive (Figura 5.4). As zonas planas (declive <5%) representam aproximadamente 39% da área total não se verificando praticamente zonas com declives superiores a 25%, apresentando cerca de 8% da bacia declives entre 12% e 15% e sendo a percentagem semelhante para os locais com

declives entre 15% e 25%. Nos locais com declives acima de 12% é indispensável a manutenção do coberto vegetal de modo a evitar os riscos de perda de solo por erosão (Magalhães, 2001).

Tabela 5.1 - Relação entre as classes da carta hipsométrica e a percentagem da BHRA a que correspondem

Altitude (m)	Área percentual da BHRA
0-15m	1,6
15-30m	9,7
30-50m	31,1
50-60m	20,2
60-70m	17,4
70-85m	13,6
>85m	6,4

Na Tabela 5.2 é possível observar a divisão percentual da bacia de acordo com a classe de declives, sendo a Figura 5.4 a representação destes dados.

Tabela 5.2 - Relação entre as classes de declive e a percentagem da BHRA a que correspondem

Classe de declive (%)	Área percentual da BHRA
0-3%	22,6
3-5%	16,0
5-8%	24,3
8-12%	22,2
12-15%	7,9
15-25%	6,4
>25%	0,6

Apesar da maior parte da bacia apresentar zonas relativamente planas, as encostas possuem declives apreciáveis, tendo este aspecto influência a nível da erodibilidade dos solos.

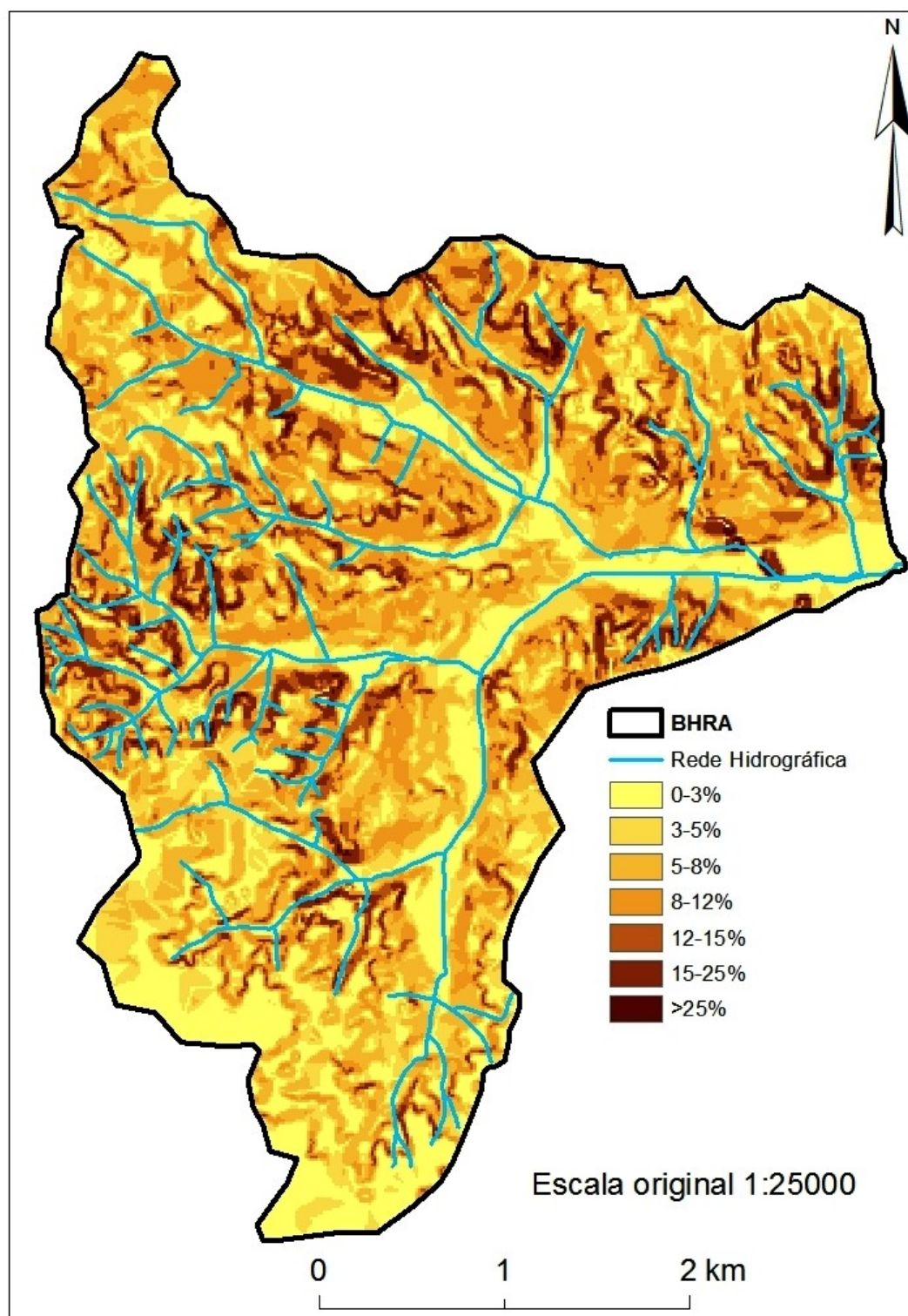


Figura 5.4 - Declive (%) (Fonte: Carta altimétrica 1:25000 do IGP (2002))

Relativamente à exposição de vertentes, a bacia caracteriza-se por ter pouco mais de um terço da sua área orientada a Este, sendo esta orientação a predominante; 27% da bacia está exposta a Sul e cerca de 21% a Norte; a exposição menos representativa é a Oeste, constituindo aproximadamente 15% da área; 2% da bacia não possui uma orientação dominante (Tabela 5.1).

Tabela 5.3 - Exposição de vertentes (%)

Exposição	Zonas Planas	Norte	Este	Sul	Oeste
% da área	1.4	20.9	35.1	27.3	15.3

Na Figura 5.5 é possível observar o mapa que representa as exposições de vertente na área em estudo em maior detalhe.

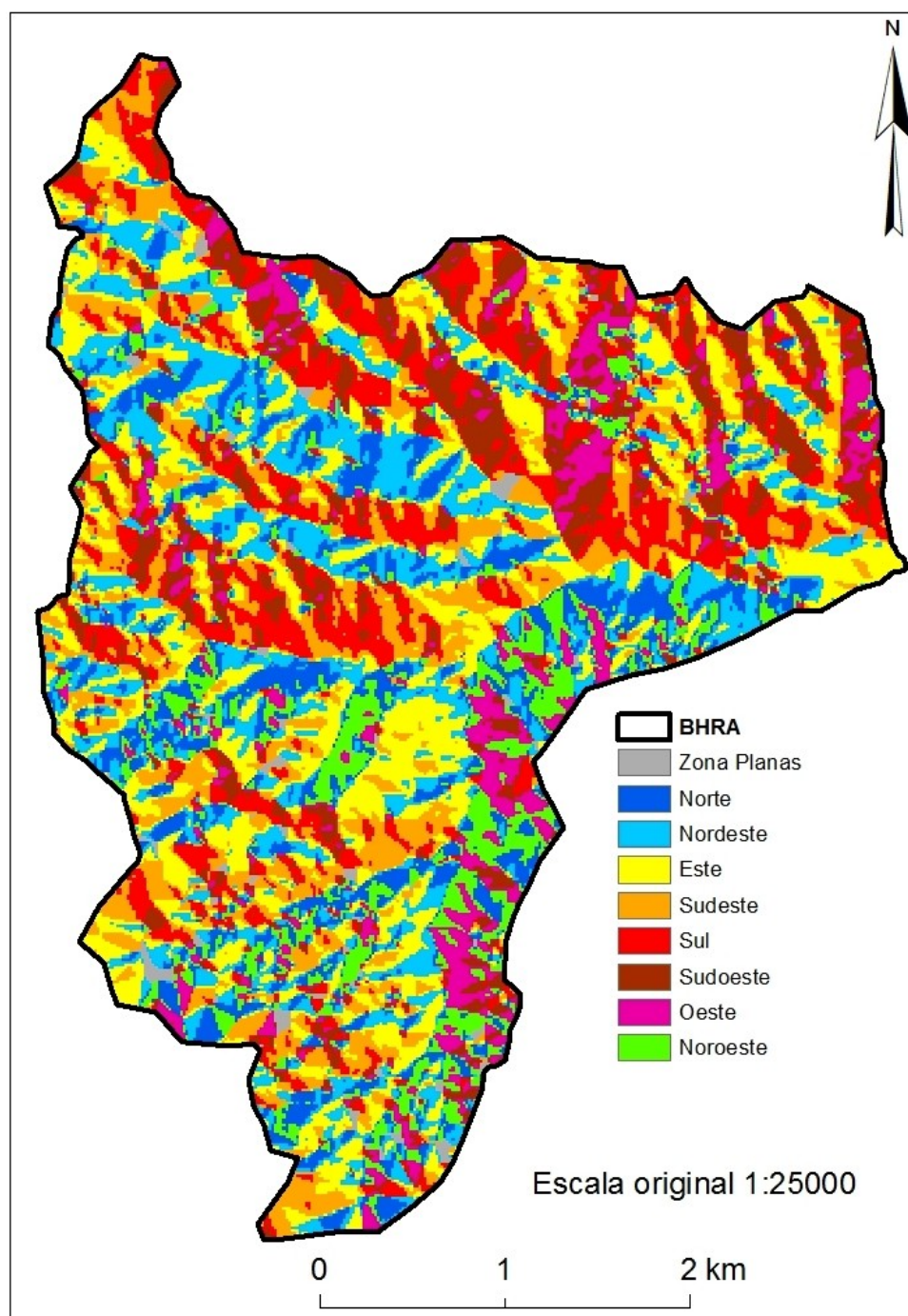


Figura 5.5 - Exposição de vertentes (Fonte: Carta altimétrica 1:25000 do IGP (2002))

A BHRA corresponde à folha 34-D da Carta Geológica de Portugal. A zona em estudo é caracterizada por apresentar depósitos do período Quaternário, pertencentes às épocas do Plistocénico e Holocénico (Gibbard & Kolfschoten, 2005).

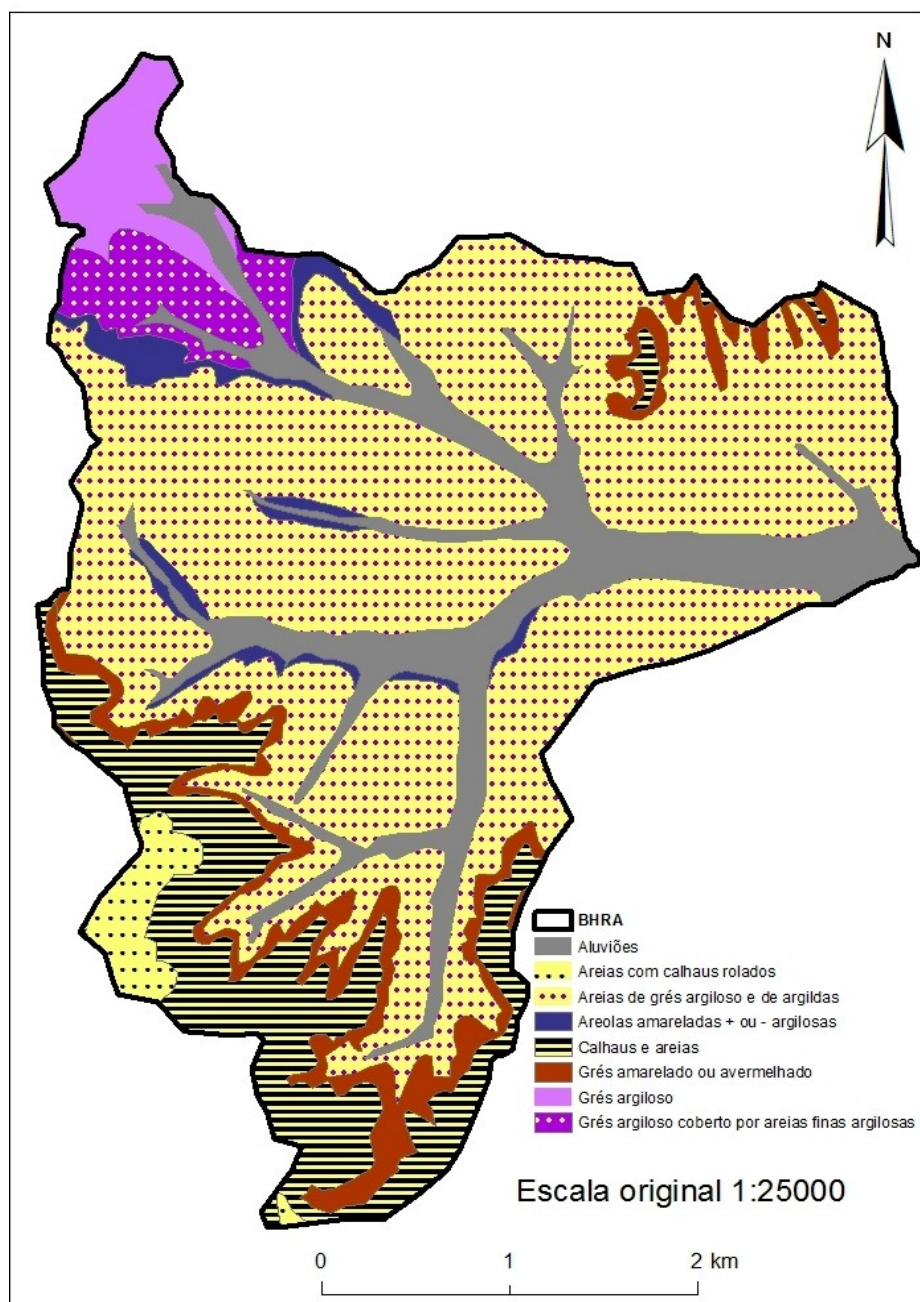


Figura 5.6 - Litologia da BHRA (Fonte: APA (2007))

Como é possível observar na Figura 5.6, na bacia em estudo verifica-se a presença de pequenos depósitos de grés argiloso na zona Noroeste da bacia, sendo no entanto grande parte desta constituída por areias de grés argiloso e nas proximidades das linhas de água por aluviões. Verifica-se também a existência de depósitos de calhaus e areias e aréolas amareladas.

Uma análise à Figura 5.6 permite concluir que originalmente a área em estudo possuía uma elevada permeabilidade. No entanto, a contínua urbanização da área de estudo levou a uma redução da permeabilidade do solo.

5.1.2. Análise das Características Morfométricas

As ribeiras em estudo são cursos de água classificados, no que diz respeito ao regime de escoamento, como sendo do tipo efémero, dado só existir escoamento superficial durante ou após a ocorrência de precipitação, que ocorre essencialmente na época mais fresca do ano. No Verão o caudal superficial é, na maior parte das vezes, nulo, tratando-se pois de sistemas ribeirinhos tipicamente mediterrânicos, caracterizados no seu estado natural pela ocorrência de espécies vegetais bem adaptadas às condições específicas de alternância entre períodos de encharcamento e baixa disponibilidade de água.

É necessário referir que apesar de serem caracterizadas como efémeras, devido a alterações no uso do solo, as linhas de água apresentam comportamentos de ribeiras do tipo torrencial.

A caracterização hidrológica da bacia hidrográfica em estudo e respectivas sub-bacias baseou-se na análise dos seguintes parâmetros:

- Área (km²)
- Perímetro (km)
- Comprimento da linha de água principal (km)
- Ordem da linha de água principal
- Padrão de drenagem
- Índice de Gravelius (ou coeficiente de compacidade)
- Factor de forma
- Densidade de drenagem (km/km²)

Na Tabela 5.4 é apresentada uma síntese dos valores destes parâmetros para a totalidade da bacia, sendo discriminados os valores para cada uma das sub-bacias.

Tabela 5.4 - Valores dos parâmetros utilizados para a caracterização morfométrica da BHRA e suas sub-bacias						
Parâmetros	Bacia Hidrográfica					BHRA
	Ribeira do Guarda-Môr	Ribeira da Sobreda	Ribeira da Regateira	Ribeira da Charneca	Restante área de estudo	
Área (km²)	2.92	1.03	2.63	4.54	4.86	15.58
Perímetro (km)	8.79	5.89	7.69	10.18	11.30	21.1
Comprimento da linha de água principal (km)	3.24	2.54	2.89	2.86	-	5.42
Ordem da linha de água principal	2	3	4	3	-	5
Padrão de drenagem	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico	Dendrítico	-	Dendrítico
Índice de Gravelius (ou coeficiente de compacidade)	1.44	1.63	1.33	1.34	-	1.5
Factor de forma	0.28	0.16	0.31	0.56	-	0.53
Densidade de drenagem (km/km²)	2.75	4.60	5.60	2.18	-	3.39

Na Figura 5.7 é possível observar a divisão da BHRA pelas suas sub-bacias.

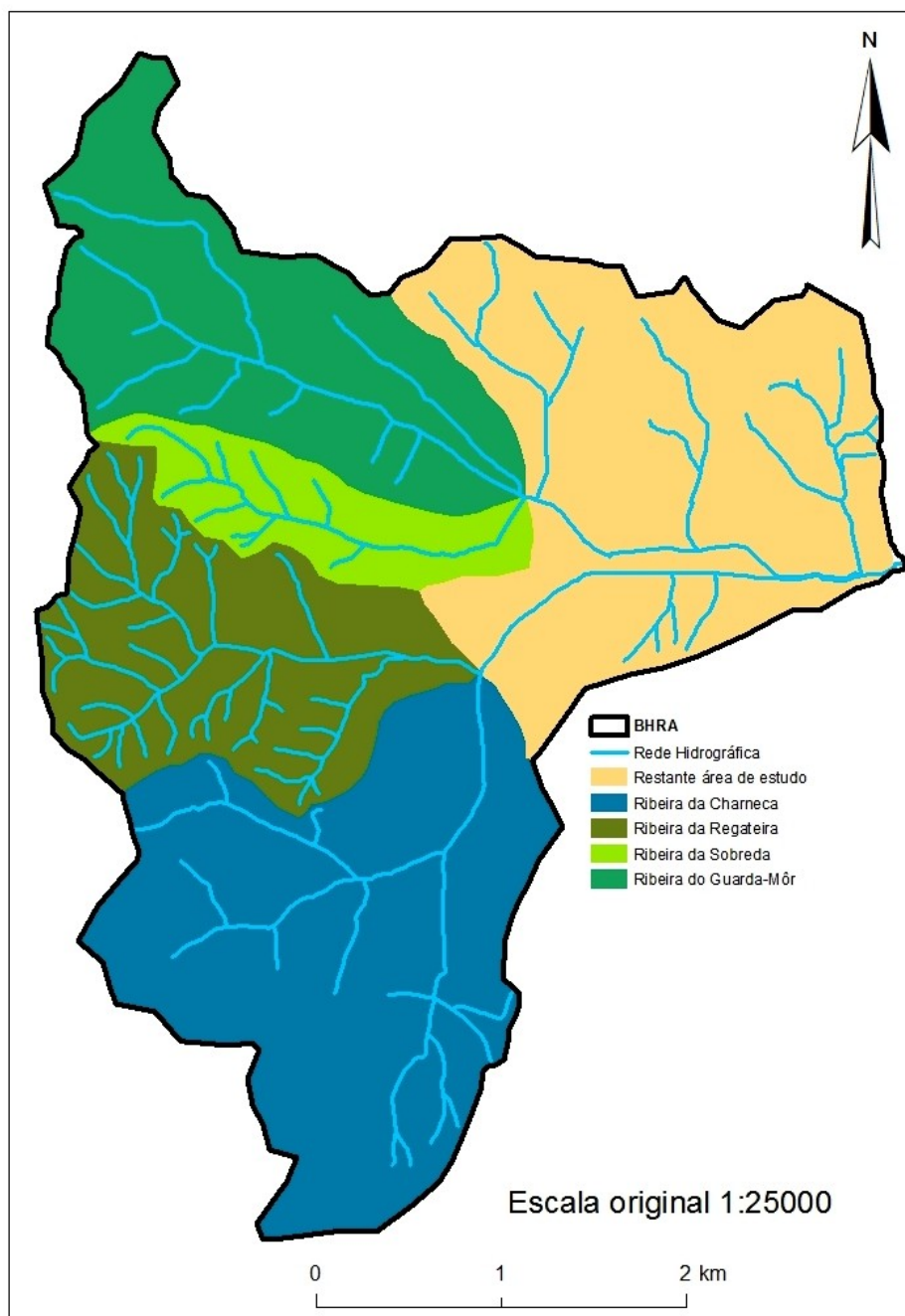


Figura 5.7 - Divisão da BHRA por sub-bacias (Adaptado de IGP (2002))

Como referido, a bacia hidrográfica em estudo tem uma área de 15.6 km² e um perímetro de 21.1 km. Apesar de ser percorrida por quatro ribeiras, considera-se que a principal linha de água é a Ribeira do Guarda-Môr, com uma extensão de 5.42 km desde a nascente, na freguesia da Caparica (extremo Noroeste da área de estudo), até à foz, situada no Sapal de Corroios. De acordo com a classificação segundo Horton, a linha de água principal é de ordem 5. Relativamente ao padrão de drenagem (arranjo espacial das linhas de água) este é dendrítico, típico de solos derivados de rochas sedimentares.

Para o coeficiente de compacidade, calculado com base na equação 4.1, verifica-se que a bacia com maior risco de cheia é a que drena a Ribeira da Regateira e a Ribeira da Charneca. Por outro lado, a bacia que se encontra com uma menor propensão à ocorrência de cheias é a da Ribeira da Sobreda.

Relativamente ao factor de forma (equação 4.2), a bacia mais sujeita a cheias é a da Ribeira da Charneca, estando no extremo oposto a bacia da Ribeira da Sobreda.

Para a densidade de drenagem o valor obtido para a bacia foi de $3.39 \text{ km}^2/\text{km}^2$, indicando assim que no seu conjunto esta se encontra mal drenada, deste modo sem tendência para a ocorrência de cheias. Relativamente às sub-bacias, a que possui uma melhor drenagem é a da Ribeira da Regateira, sendo aquela com a pior drenagem a que drena a Ribeira da Charneca. De acordo com este parâmetro a bacia com maior propensão à ocorrência de cheias é a bacia da Regateira.

Tendo em conta somente os parâmetros hidrológicos analisados, observa-se que a bacia com maior tendência para a ocorrência de cheias é a da Ribeira da Charneca, sendo a bacia da Ribeira da Sobreda a que apresenta menor tendência apesar de apresentar uma elevada densidade de drenagem. Tal poderá ocorrer dado que a bacia da Sobreda é uma bacia alongada permitindo assim que quando ocorrem chuvas intensas, estas não cobrem simultaneamente todo o território pertencente à bacia. Por outro lado, a bacia da Charneca, apesar de ter uma densidade de drenagem inferior à da bacia da Sobreda, tem uma forma menos alongada e deste modo, durante a ocorrência de chuvas intensas, é mais rapidamente coberta por estas chuvas, havendo por isso uma maior tendência à ocorrência de cheias nesta bacia.

5.1.3. Caracterização Hidro-Climática

Para a caracterização climática foram tidos em conta os seguintes parâmetros:

- Temperatura;
- Precipitação;
- Humidade do ar;
- Evaporação;
- Vento.

Na Tabela 5.3 encontram-se sistematizados os valores dos parâmetros climáticos referidos.

Na zona em estudo a temperatura média anual é de 16.4°C . Observa-se que a temperatura média mensal varia entre 10.9°C e 22.6°C , ou seja, ocorrem temperaturas amenas ao longo do ano. No entanto verifica-se a ocorrência de valores extremos de temperatura (desconfortáveis) nos meses de Janeiro e Julho, sendo os valores destes extremos de -0.6°C e 37.4°C , respectivamente.

Relativamente à distribuição da precipitação ao longo do ano, verifica-se a ocorrência de dois semestres distintos. Por um lado há um semestre chuvoso, correspondendo à estação fria (Outubro a

Abril), e por outro lado temos um semestre seco, correspondendo à estação quente (Maio a Setembro). A distribuição sazonal da precipitação é acentuada, concentrando-se no semestre chuvoso 78% da precipitação total anual (587.3 mm). O mês mais chuvoso é Janeiro, com um valor de precipitação mensal de 93.7 mm, sendo o mês mais seco Agosto, com o valor de 4.9 mm.

Tabela 5.5 - Síntese dos valores das variáveis climáticas (Fonte: INMG, 1991)

Parâmetros Climáticos	Valores
Temperatura média anual (°C)	16.4
Temperatura máxima absoluta (°C)	37.4
Temperatura mínima absoluta (°C)	-0.6
Temperatura média mensal máxima (°C)	22.6
Temperatura média mensal mínima (°C)	10.9
Humidade relativa (%)	78
Precipitação anual (mm)	587.3
Evaporação total anual (mm)	1173.4
Vento dominante	NW

De modo a reforçar as afirmações anteriores procedeu-se à elaboração dos diagramas termopluviométricos (ou diagramas ombrométricos). Nestes diagramas relaciona-se a precipitação com a temperatura (escala da precipitação dupla da escala da temperatura), sendo definidas zonas no gráfico derivadas da intercepção das curvas referentes aqueles dois parâmetros:

- Zonas em que a curva da Precipitação está localizada acima da curva da Temperatura definem meses ecologicamente considerados húmidos;
- Zonas em que a curva da Precipitação está localizada abaixo da curva da Temperatura definem meses ecologicamente considerados secos.

Os diagramas de balanço hídrico do solo complementam os diagramas ombrométricos, permitindo analisar a evolução da disponibilidade de água no solo ao longo do ano, observando-se assim períodos de recarga, saturação, uso das reservas e défice.

A elaboração dos diagramas apresentados de seguida (Figura 5.8 e Figura 5.9) foi realizada com recurso ao site “Worldwide Bioclimatic Classification System” e aos valores mensais de precipitação, temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média máxima e temperatura média mínima.

Na Figura 5.8 é possível observar o diagrama ombrométrico referente à estação do Lavradio e na Figura 5.9 o diagrama de balanço hídrico do solo referente à mesma estação.

Analisando o diagrama ombrométrico é possível identificar a existência de dois períodos distintos. A estação seca corresponde ao período entre os meses de Junho e Setembro, sendo a estação húmida entre os meses Outubro e Maio. Esta situação é típica de climas do tipo mediterrânico, caracterizados pelo facto dos meses secos coincidirem com o período estival.

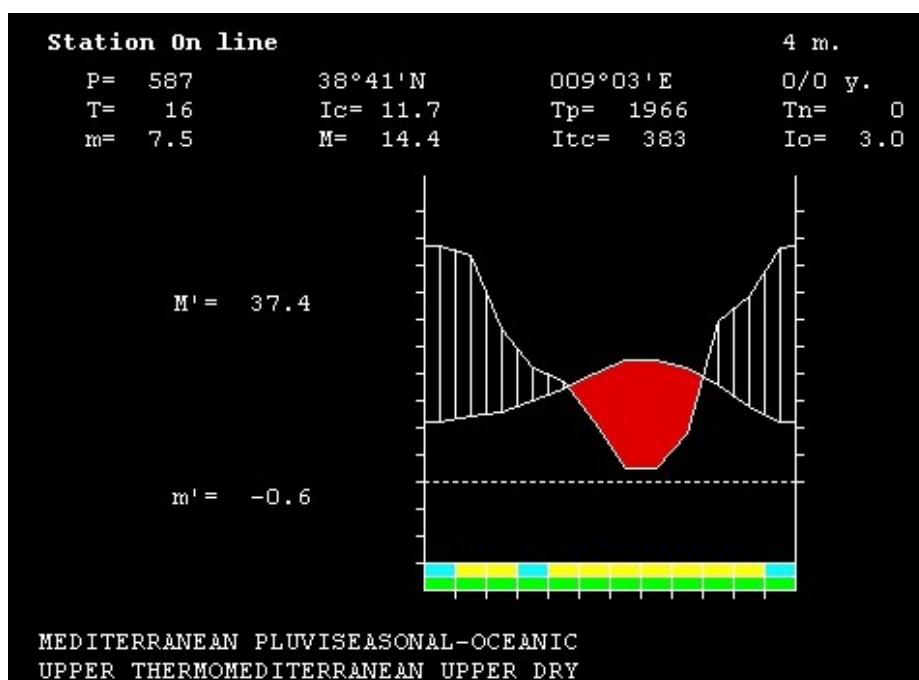


Figura 5.8 - Diagrama ombrométrico da estação meteorológica do Lavradio

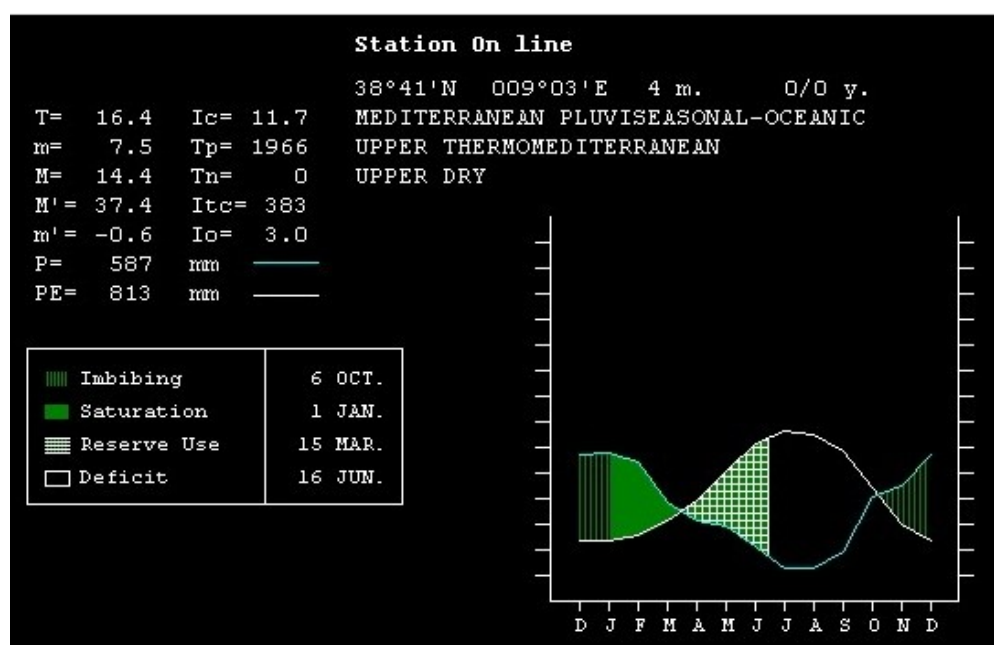


Figura 5.9 - Diagrama de balanço hídrico do solo da estação meteorológica do Lavradio

Observando o diagrama do balanço hídrico (Figura 5.9) verifica-se um período de carência hídrica entre Junho e Outubro. Ao chegarem as chuvas do Outono, há um período de recarga, decorrendo este entre Outubro e Janeiro. Entre Janeiro e Abril ocorre a saturação do solo, ocorrendo depois a utilização da água acumulada no solo pelas plantas entre Abril e Junho o que, conjugado com a diminuição da precipitação irá conduzir à situação de déficit hídrico referida.

Em relação ao vento dominante, observa-se que este vem com maior frequência do quadrante Noroeste, tendo esta direcção uma maior ocorrência durante os meses de Verão.

5.1.4. Caracterização Biogeográfica

A Biogeografia é a disciplina que estuda a distribuição dos seres vivos na Terra, assim como a forma como estes se relacionam entre si. Constitui uma ciência que relaciona os meios físico e biológico e cujo objectivo é estabelecer um modelo tipológico hierárquico do território com expressão espacial (Costa *et al*, 1998).

Em Portugal as tentativas de definição de zonas homogéneas do ponto de vista da flora e vegetação datam de há longos anos, traduzidas na publicação de várias classificações das quais se destacam a Classificação Ecológica de Pina-Manique e Albuquerque, a Classificação Fitogeográfica e a Classificação Biogeográfica (Moreira & Duarte, 2002).

De acordo com o zonamento proposto por Pina Manique e Albuquerque em 1954, a região em estudo insere-se no andar Basal (inferior a 400m) da Zona Fitoclimática Atlante-Mediterrânea (AM) (Figura 5.10). A divisão das várias zonas ecológicas era obtida pela análise do clima, do substrato pedológico e da vegetação indicadora (Arsénio, 2003).

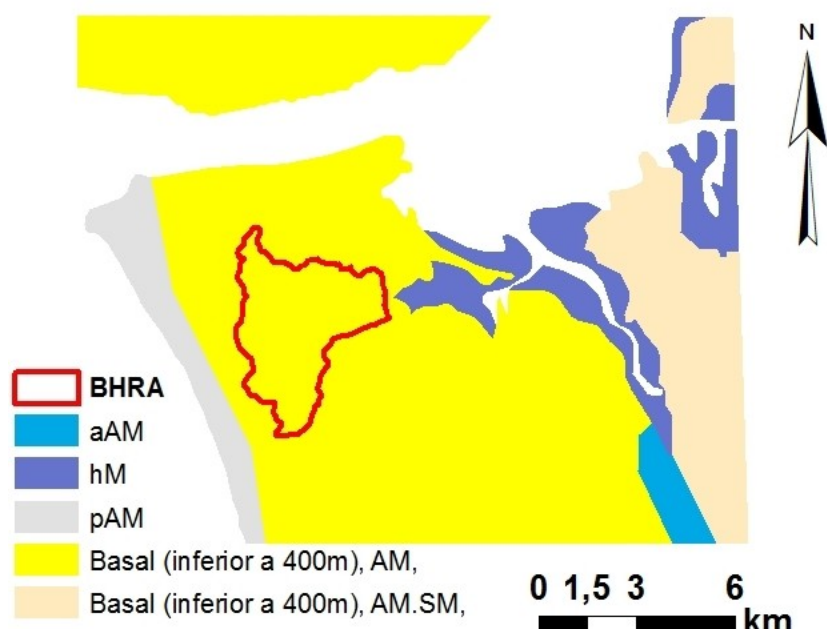


Figura 5.10 - Carta Ecológica (Fonte: APA, 2007)

Segundo Arsénio (2003), “Franco (1971, 1984 e 1994) propôs também um zonamento fitogeográfico para Portugal Continental. Neste zonamento o território nacional continental encontra-se dividido em três zonas, designadamente, as zonas Norte, Centro e Sul, sendo estas subdivididas em zonas hierarquicamente inferiores.”. De acordo com esta classificação, o local em estudo situa-se na zona Centro, mais especificamente, na região Centro Sul Plistocénica (Figura 5.11), região cujos limites são definidos pelos limites da formação arenosa plistocénica que integra a orla plio-plistocénica do território português (Arsénio, 2003).

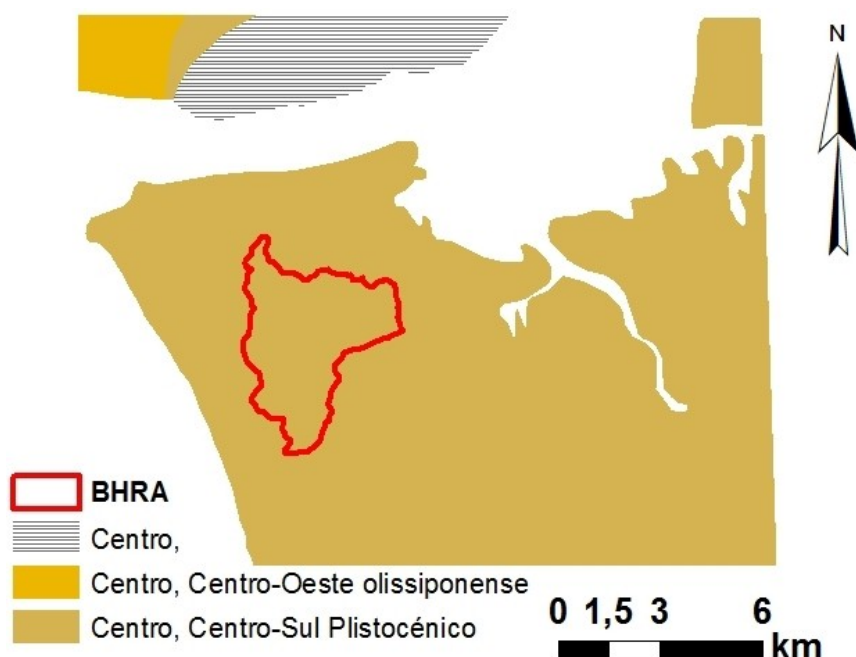


Figura 5.11 - Carta Fitogeográfica (Fonte: APA, 2007)

A classificação proposta por Costa *et al* (1998) apresenta um zonamento biogeográfico (Figura 5.12), baseando-se as tipologias biogeográficas na distribuição das diferentes populações de plantas e unidades geobotânicas devido ao seu carácter fixo e ao facto de representarem a maior parte da biomassa terrestre (Costa *et al*, 1998; Arsénio, 2003). Assim, o local em estudo tem a seguinte classificação:

Reino Holártico

Região Mediterrânica

Sub-Região Mediterrânica Ocidental

SuperProvincia Mediterrânica Ibero-Atlântica

Provincia Gabitano-Onubo-Algarviense

Sector Ribatagano-Sadense

Superdistrito Sadense

Deste modo, a área em estudo caracteriza-se por possuir um clima com precipitação escassa no Verão, podendo haver no entanto excesso de água nas outras estações. Esta característica é determinante para o aspecto árido da paisagem e caracteriza-se em termos de vegetação pela ocorrência de bosques e matagais de árvores e arbustos de folhas planas pequenas, coriáceas e persistentes (Costa *et al*, 1998).

Ainda de acordo com estes autores, “A **Provincia Gabitano-Onubo-Algarviense** é uma unidade biogeográfica essencialmente litoral que se estende desde a Ria de Aveiro até aos areais da Costa del Sol e aos arenitos das serras gaditanas do Campo de Gibraltar. Inclui os Sectores Divisório Português, Ribatagano-Sadense, Algarviense, Gabitano-Onubense e Algíbico. Os substratos predominantes são arenosos e calcários.

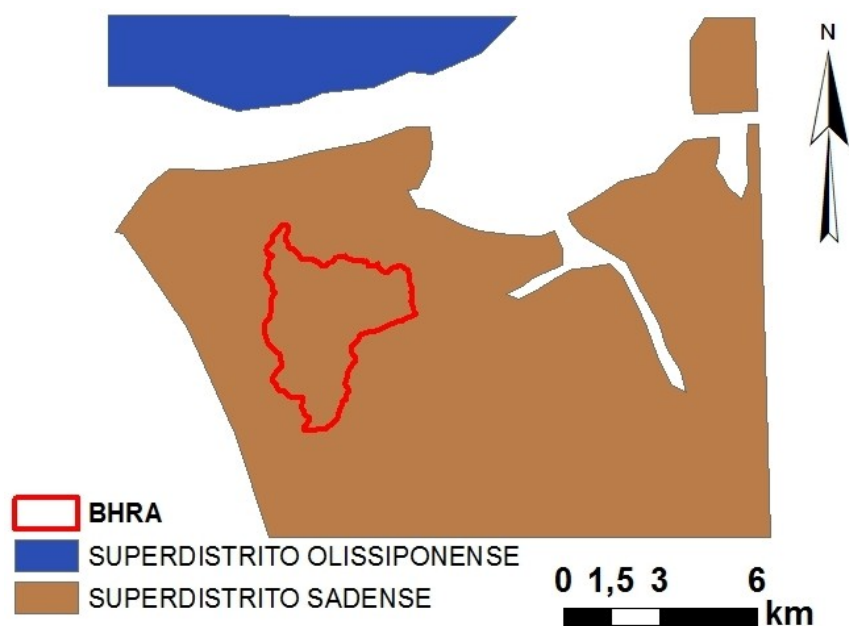


Figura 5.12 - Carta Biogeográfica (Fonte: APA, 2007)

A flora e vegetação desta Província são ricas em endemismos paleomediterrânicos e paleotropicais lianóides e lauróides de folhas coriáceas. Devido ao carácter ameno (oceânico ou hiperoceânico), com quantidades de frio invernal muito baixas, numerosas plantas termófilas e de gemas nuas encontraram neste território litoral e sublitoral o seu refúgio, tendo sido pouco afectadas pelas sucessivas glaciações.

O **Sector Ribatagano-Sadense** é um território essencialmente plano constituído pelas areias e arenitos plistocénicos e miocénicos dos vales do Tejo e Sado, terminando junto a Melides. Inclui ainda a calcária Serra da Arrábida. Situa-se maioritariamente no andar termomediterrânico sub-húmido. *Armeria rouyana*, *A. pinifolia*, *Juniperus navicularis*, *Thymus capitellatus*, *Limonium daveaui*, *Serratula alcalaе subsp. aristata* e *Halimium verticillatum* são táxones endémicos deste Sector. (...).

O **Superdistrito Sadense** é uma área onde os solos são frequentemente de origem aluvionar, resultantes de areias podzolizadas ou assentes em cascalheiras duras e arenitos miocénicos (formação da Marateca). Engloba a Península de Setúbal, as areias do vale do Sado até Melides e Stª Margarida do Sado. Tem como espécies endémicas *Malcolmia acera subsp. gracilima* e *Santolina impressa*. Por outro lado *Ulex australis subsp. welwitschianus*, *Helianthemum apeninum subsp. stoechadifolium* e *Myrica gale* têm aqui a sua maior área de distribuição.”

Na Figura 5.12 é possível observar a localização da área de estudo em relação à classificação proposta por Costa *et al* (1998).

5.1.5. Fauna e Flora

As espécies pertencentes à fauna foram identificadas através do Sistema de Informação do Património Natural (SIPNAT) do Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB). Este inclui uma descrição e ocorrência das espécies de vertebrados presentes no território nacional nos últimos cinco anos, indicando também o estatuto de conservação das espécies.

É necessário referir que as espécies indicadas são as que podem potencialmente existir na área em estudo.

Após a recolha e análise dos dados verifica-se que a classe Aves é a que apresenta o maior número de espécies na bacia (77 espécies), sendo atribuído à maioria destas o estatuto de conservação Pouco Preocupante. No entanto verifica-se que a três destas espécies foi atribuído o estatuto Vulnerável, a quatro o estatuto Quase Ameaçado, a uma o estatuto Em Perigo e também a uma o estatuto Criticamente Ameaçado. A seguir temos a classe Reptilia, apresentando esta um número muito menor ao da classe anterior (14 contra 77). Também nesta classe a maioria das espécies apresenta o estatuto Pouco Preocupante, sendo duas classificadas como Vulnerável e Quase Ameaçado e uma o estatuto Em Perigo. A classe Amphibia está também representada, apresentando oito espécies das quais uma tem o estatuto Quase Ameaçado. O baixo número de espécies desta classe pode-se dever à elevada artificialização e nível de degradação dos ecossistemas presentes na bacia. Por último, temos a classe Mammalia, da qual só se observa uma espécie (*Mustela putorius* – toirão). A sua presença poderá dever-se ao facto de este ser um animal generalista em termos de habitat, tirando partido da existência de vários ecossistemas presentes na bacia devido à sua elevada adaptabilidade e regime alimentar variado. Na Tabela 1.1 em anexo estão os dados utilizados para fazer a caracterização da fauna.

Relativamente à flora, foi realizado um levantamento de espécies potenciais e actuais presentes na bacia. Este levantamento foi feito de modo a ser perceptível o estado de conservação/degradação das galerias ripícolas e restante vegetação.

Os cursos de água de caudal temporário e os troços que ficam a descoberto durante o período seco têm muitas semelhanças, em termos de habitat, com as comunidades de águas paradas. Tendo tal presente e com a vegetação conservada seria possível encontrar a nível do estrato arbóreo pinheiro-manso (*Pinus pinea*), pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), pinheiro-de-alepo (*Pinus halepensis*) e sobreiro (*Quercus suber*). Já no estrato arbustivo estariam presentes sabina-da-praia (*Juniperus turbinata*), carrasco (*Quercus coccifera*), aroeira (*Pistacia lentiscus*) medronheiro (*Arbutus unedo*), espinheiro-preto (*Rhamnus lycioides* ssp. *oleoides*), murta (*Myrtus communis*), escalónia (*Escalonia rubra*) e sargaço-branco (*Teucrium fruticans*). Num estrato mais baixo surgiria o sargaço (*Cistus salvifolius*), roselha-pequena (*Cistus crispus*) e rosmaninho (*Lavandula luisieri*) (Alves et al, 1998; MA, 1999; Crespo, 2009).

Uma análise da situação actual revela uma fragmentação dos espaços verdes naturais ou semi-naturais, sendo estes confinados a espaços sobranceiros de algumas quintas retalhadas pela construção de urbanizações, muitas de génese ilegal. As galerias ripícolas encontram-se degradadas ao longo da extensão dos cursos de água, verificando-se que as margens se encontram debilitadas ou invadidas por canas (*Arundo donax*) e silvas (*Rubus ulmifolius*). Observam-se no entanto casos pontuais de espécies pertencentes à galeria, nomeadamente choupos (*Populus alba*). Apesar da sua existência, a ocorrência da espécie é demasiado esporádica para poder constituir a base para repovoamento.

As várzeas das linhas de água e zonas inundáveis correspondem na sua maioria a descampados pontuados por alguns campos agrícolas, culturas arvenses de pouca expressão e algumas hortas. É necessário referir que existe um elevado nível de impermeabilização nestas zonas e nas zonas mais a jusante, sendo estas ocupadas por construções tanto públicas como particulares. Mais recentemente as câmaras de Almada e Seixal (CMA E CMS) procuraram inverter esta tendência, ocupando duas zonas adjacentes cuja propriedade é pública, com parques urbanos. Apesar da intenção de aumentar a área de espaços verdes nos concelhos, estas intervenções não levaram em conta a oportunidade de recuperação da galeria ripícola, resultando estas intervenções na linearização do curso das ribeiras em paralelo com o aumento da profundidade através da introdução de gabiões nas margens e leito, levando a um aumento da velocidade de escoamento da água e à necessidade de construção de esquemas de retenção e atraso do caudal de modo a evitar possíveis inundações a jusante. Quanto ao tipo de espécies utilizadas nas intervenções, a CMS promoveu a plantação de espécies autóctones como sobreiros (*Quercus suber*), oliveiras (*Olea europea*) a par de outras. A CMA optou por uma ocupação mais dispersa e pela plantação de pinheiro manso (*Pinus pinea*). Nas vertentes é possível encontrar algumas bolsas de vegetação correspondendo estas a pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) e alguns exemplares de sobreiro e azinheira (*Quercus rotundifolia*). Uma outra espécie que é comum encontrar é a figueira (*Ficus carica*). Observa-se em outras áreas a ocupação por matos, pontualmente observando-se árvores dispersas pertencentes às espécies já descritas.

A análise efectuada anteriormente revela uma bacia potencialmente rica em termos de biodiversidade mas que actualmente se encontra empobrecida devido à alteração do uso do solo feita de modo desregrado.

5.1.6. Uso do Solo

Para a realização da caracterização sócio-económica da área em estudo foram utilizados os dados presentes no Censo 2001. De acordo com os dados consultados, a área de estudo tem um total de 39694 habitantes, apresentando uma densidade populacional de 2445 habitantes/km² e observando-se uma igual distribuição entre homens e mulheres.

A faixa etária predominante corresponde à que abrange os habitantes entre os 25 e os 64 anos (58%), seguindo-se a faixa correspondente aos habitantes com mais de 65 anos (13%). Relativamente às camadas mais jovens, observa-se uma distribuição relativamente uniforme pelas várias faixas etárias (aproximadamente 4.5% para cada faixa etária), tendo somente destaque as faixas entre os 14 e os 19 anos e entre os 20 e os 24 anos, representando 7% e 8% da população residente, respectivamente.

Relativamente à escolaridade, observa-se que um quarto da população (25%) tem como nível escolar o 1º ciclo do ensino básico, 16% tem o ensino secundário completo e 8% tem um curso superior completo.

Em relação à área edificada, esta é composta na sua maioria por edifícios exclusivamente residenciais (~94% do total de edifícios). Ainda de acordo com os dados, a grande maioria dos edifícios (~96%) foi construída a partir da segunda metade do século passado, revelando assim a ocorrência de um crescimento acentuado nas áreas urbanas da zona de estudo. Esta observação poderá ser verificada também após a realização da análise à evolução do uso do solo que será feita de seguida.

Como referido na metodologia, para a análise da evolução do uso do solo foram definidas quatro classes. Para o período de 1958 verifica-se que as áreas agrícolas são o uso dominante, existindo nesta altura muito poucas ou quase nenhuma habitações na área em estudo, observando-se já neste período a fragmentação dos espaços naturais, sendo estes constituídos por espécies de porte arbóreo (Floresta) e porte arbustivo e rasteiro (Matos). No entanto, apesar de fragmentados, não se nota a existência de estruturas que possam restringir a movimentação de espécies faunísticas terrestres. Relativamente às áreas agrícolas, verifica-se que apesar de existirem zonas onde aparentemente o solo está desprovido de vegetação, há parcelas que apresentam vegetação dispersa e noutras observa-se a existência de vinhas. Relativamente às principais redes viárias, verifica-se que nesta altura a única estrutura existente refere-se à EN 10, existindo somente estradas secundárias que ligavam o interior da bacia à EN 10. O traçado destas estradas secundárias foi posteriormente utilizado para a construção das principais redes viárias. Na Figura 5.13 observa-se a carta de ocupação do solo criada a partir das fotografias aéreas de 1958

Enquanto que, no início da década de 60 a bacia hidrográfica teria um uso maioritariamente agrícola, no período de 1982, apesar de parte da bacia (42%) ainda ter um uso agrícola, já se começa a verificar o desenvolvimento de núcleos urbanos (34% da área contra <1% verificado em 1958). Importa referir que, apesar destes núcleos urbanos já se começarem a fazer notar, estes são constituídos, na zona Oeste e Sudoeste, por loteamentos ainda por receber alguma construção ou por habitações com carácter disperso. Relativamente à floresta e matos, nota-se um pequeno decréscimo da sua presença (22% contra os 28% anteriores). Nota-se também um aumento relativo da rede viária principal, facto que pode ser observado na Figura 5.14.

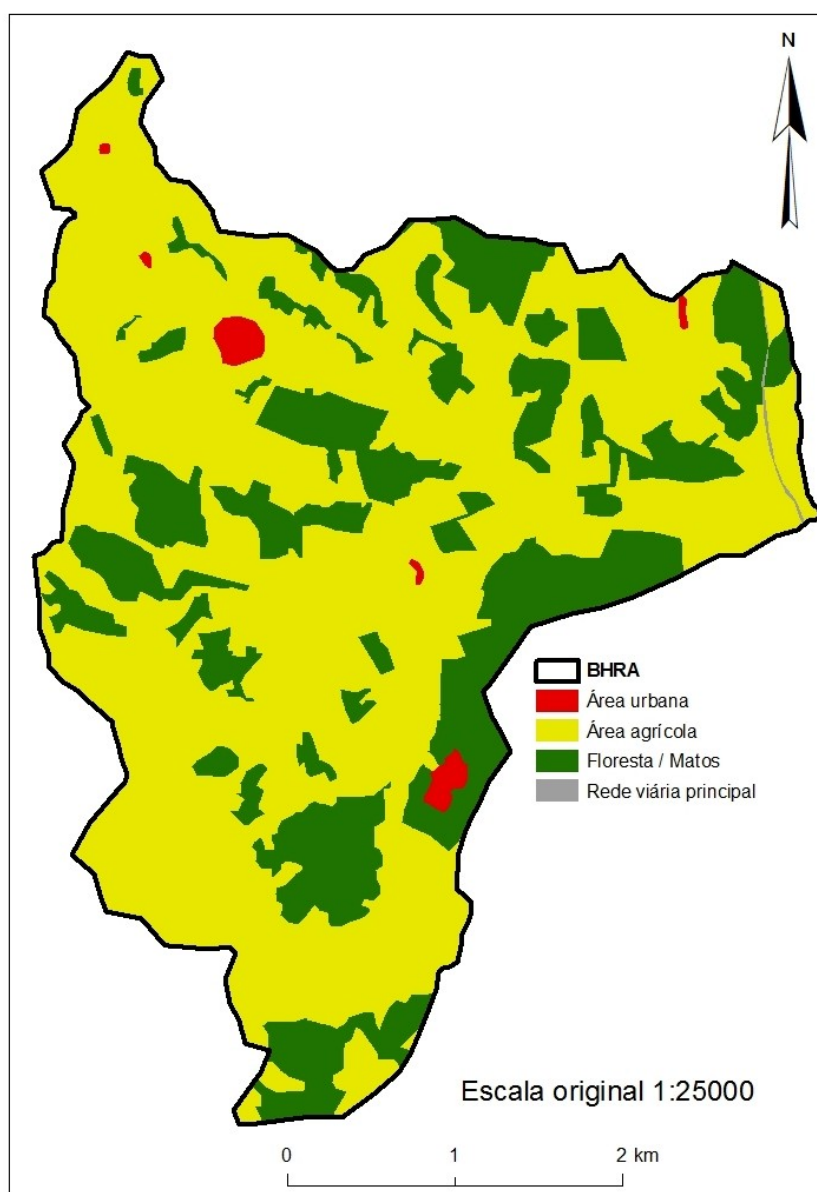


Figura 5.13 - Carta de Ocupação do Solo de 1958

De modo a se perceber quais os usos que foram alterados, fez-se uma comparação dos valores percentuais dos usos do solo definidos para os períodos 1958 e 1982, tendo-se criado a seguinte tabela onde se lê na vertical a variação percentual dos uso do solo para 1958 e na horizontal para 1982 :

Tabela 5.6 - Variação (%) do uso do solo entre 1958 e 1982

		1958				
		Área urbana	Área agrícola	Floresta / Matos	Rede viária principal	Total
1982	Área urbana	0,4	25,7	8	-	34,1
	Área agrícola	0,3	36	5,8	-	42
	Floresta / Matos	0,2	8,4	13,4	-	22
	Rede viária principal	-	1,1	0,4	0,1	1,6
	Total	0,9	71,2	27,7	0,1	100

Uma rápida análise aos valores revela o observado na Figura 5.14, ou seja, um grande aumento do solo com uso urbano (de <1% para 34%). Este aumento deveu-se em grande parte à conversão de aproximadamente metade do solo anteriormente agrícola em áreas urbanas (definição de loteamentos). Verifica-se também a conversão de solo natural (floresta e matos) em zonas com uso urbano e uso agrícola. Por outro lado, verifica-se que, relativamente ao solo agrícola, também ocorreu o inverso, com 8,4% da área em estudo tendo sido convertida de zonas agrícolas para floresta e matos. Tal muito possivelmente poderá ter ocorrido devido ao abandono desses terrenos agrícolas.

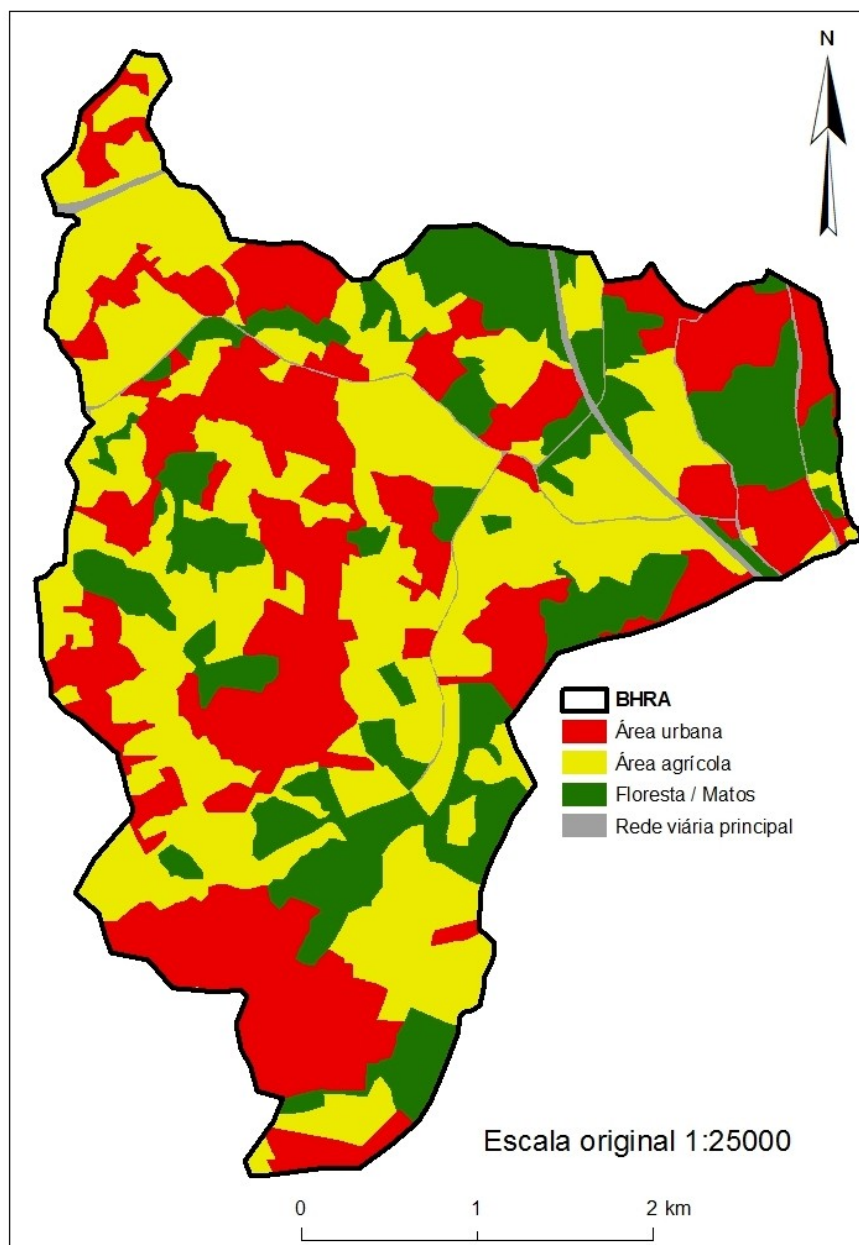


Figura 5.14 - Carta de Ocupação do Solo de 1982

Como se observa na Figura 5.15, para o período de 2004 as Áreas urbanas são o uso dominante. Ao contrário do que se verificava para o período anterior, nesta altura todo o tecido

urbano que cobre a área em estudo é consolidado, sendo raro observar-se loteamentos sem qualquer construção. As zonas de uso agrícola, anteriormente dominantes, verificam nesta altura uma acentuada diminuição (de 42% em 1982 para 11%), observando-se a sua completa fragmentação. Também se observa uma redução dos espaços naturais; no entanto esta redução não é tão significativa como a ocorrida na agricultura, sendo esta primeira de 22% em 1982 para 20% em 2004. Esta redução será analisada de seguida. Por último, verifica-se um aumento da rede viária que, apesar de não ocupar uma parte significativa do território, sofreu uma duplicação na sua área entre 1958 e 2004.

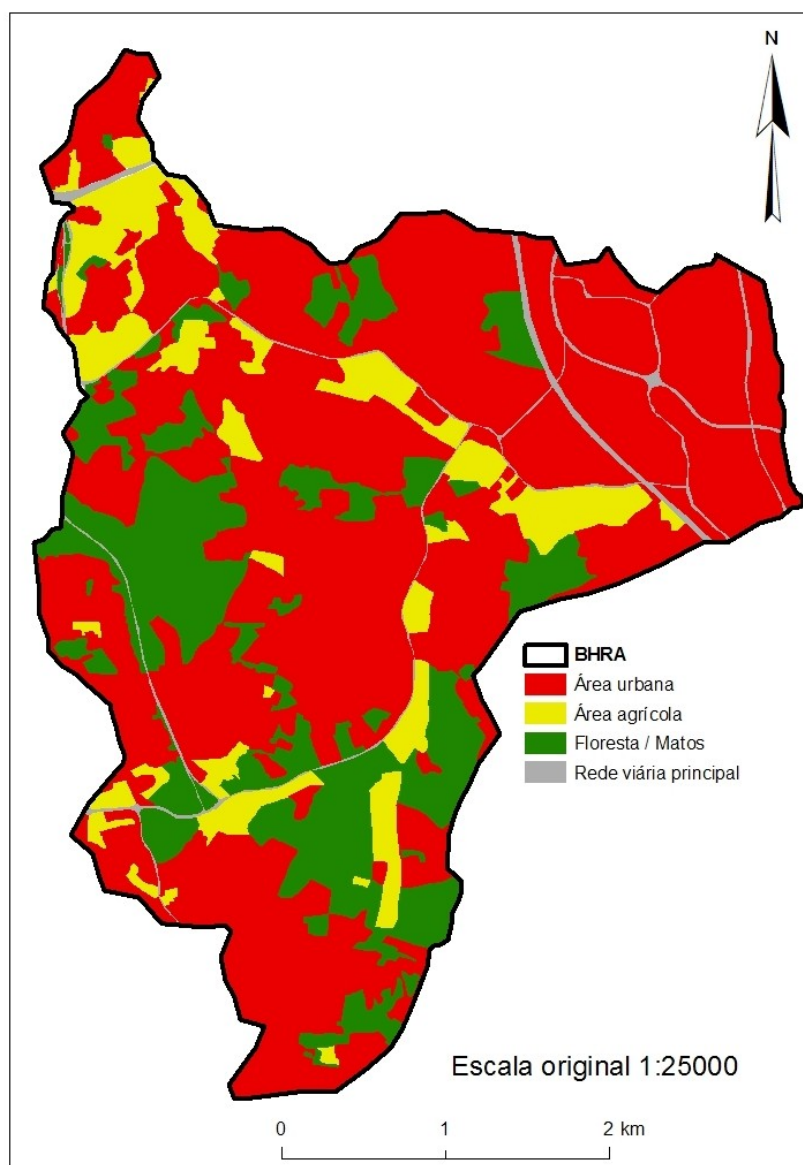


Figura 5.15 - Carta de Ocupação do Solo de 2004

Tal como ocorreu o período anterior, nesta altura também se verifica uma redução das áreas agrícolas e espaços naturais em prol do aumento dos espaços urbanizados. Esta substituição de um uso do solo por outro pode ser verificada através da observação da Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Variação (%) do uso do solo entre 1982 e 2004

		1982				
		Área urbana	Área agrícola	Floresta / Matos	Rede viária principal	Total
2004	Área urbana	31,6	22,3	11,6	-	65,5
	Área agrícola	0,8	10,1	0,2	-	11,1
	Floresta / Matos	1,6	9,2	9,9	-	20,7
	Rede viária principal	-	0,6	0,3	1,22	2,4
	Total	34,2	42,2	22	1,22	100

De modo a tornar mais explícita esta substituição de usos do solo que ocorreu entre 1958 e 2004 foram elaboradas as Figuras 5.16 e 5.17. Na Figura 5.16 é possível observar os ganhos e perdas percentuais que a área em estudo sofreu para cada uso ao longo deste período de 56 anos, estando representado na Figura 5.17 os usos que foram substituídos pela urbanização.

Em conclusão, verifica-se que ao longo do período em análise, as áreas urbanas, que representavam menos de 1% da área, passaram a abranger cerca de 65% de toda a bacia, enquanto que as áreas agrícolas passaram de 71% para aproximadamente 11%. Relativamente à floresta e matos, verifica-se que a sua redução, apesar de ocorrer, não foi tão acentuada, passando estes de 27% em 1958 para 20% em 2004. Tal poderá ter ocorrido pois, apesar de parte dos espaços naturais terem sido urbanizados, este uso ganhou terreno aos locais agrícolas que possivelmente foram abandonados e converteram-se em matos. Relativamente à rede viária, verifica-se que, tal como seria de esperar, à medida que a bacia se vai tornando mais urbanizada, a rede viária principal aumenta.

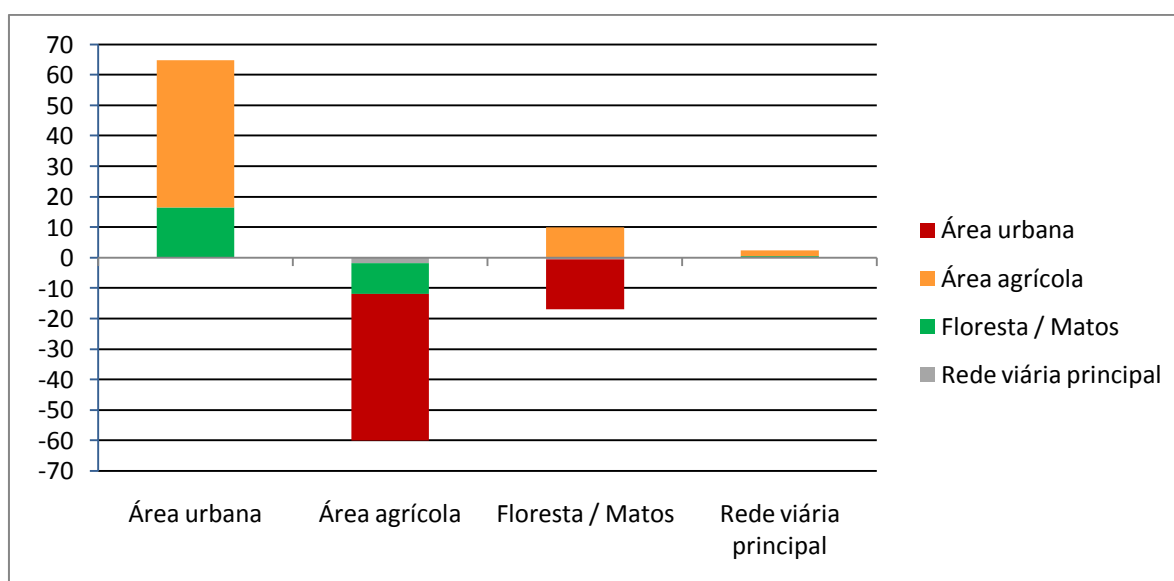


Figura 5.16 - Ganhos e perdas (%) de cada uso do solo entre 1958 e 2004

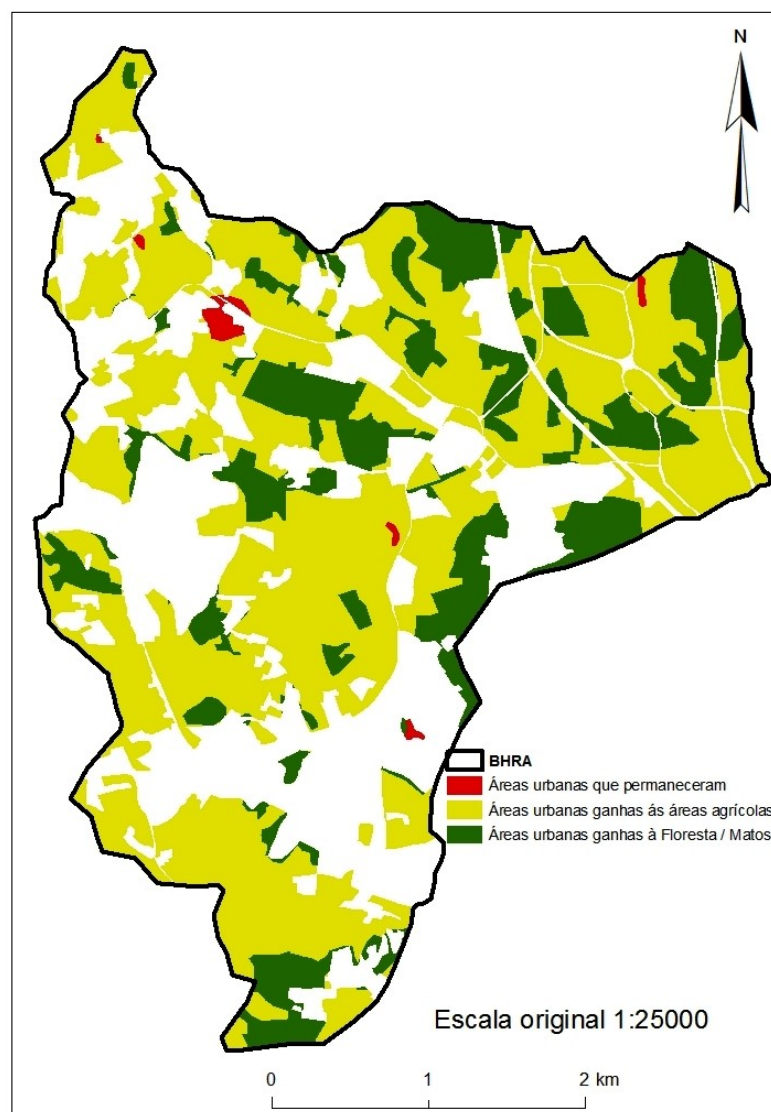


Figura 5.17 - Usos substituídos pela urbanização entre 1958 e 2004

De modo a ser possível perceber como os usos estão distribuídos actualmente pela zona em estudo, foi construída uma carta de uso do solo para 2004 com maior detalhe, sendo os usos agora divididos em oito classes (Figura 5.18). Aqui é possível verificar que apesar de ter na sua maioria áreas urbanas consolidadas, existem vários terrenos baldios espalhados pela bacia que poderão ser requalificados de modo a ter outro uso. De igual modo, apesar de alguns locais terem sido classificados como áreas agrícolas, verificou-se no terreno que estes estarão desocupados, podendo ser utilizados com outro fim que não o agrícola. Relativamente às zonas de floresta e matos, a sua classificação manteve-se igual à feita anteriormente, sendo a diferença na densidade de vegetação existente, representando a floresta zonas com vegetação arbórea e os matos zonas com vegetação rasteira ou esparsa.

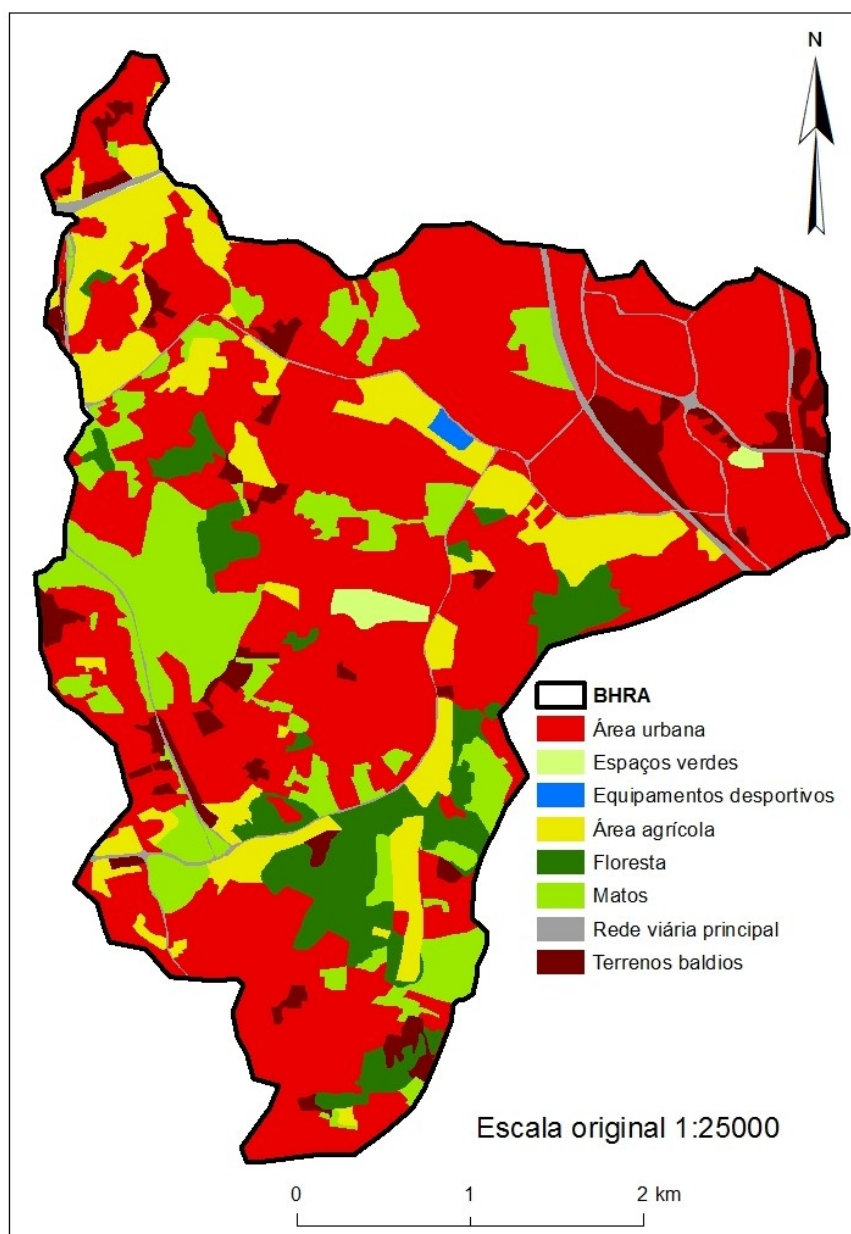


Figura 5.18 - Carta de Ocupação do Solo para 2004 em maior detalhe

5.1.7. Impactos da Urbanização

No capítulo anterior foi possível verificar que a bacia em estudo foi sofrendo significativas alterações ao longo do tempo a nível do uso do solo. Tais alterações levaram a que o solo passasse de ter uma vocação predominantemente agrícola para urbana, verificando-se que só nas últimas duas décadas as áreas urbanas praticamente duplicaram (de 34% em 1982 para 65% em 2004)

Este aumento tem várias implicações, sendo uma das mais directas a diminuição da permeabilidade do solo, provocando esta uma redução da capacidade de infiltração e o aumento do escoamento superficial, factor que influencia a ocorrência de cheias em zonas urbanas.

A afirmação anterior pode ser comprovada recorrendo à equação 4.12 (pág 55), mais propriamente ao parâmetro N, o número de escoamento.

De acordo com Lencastre & Franco (2006), o número de escoamento toma valores maiores para usos do solo que diminuem a permeabilidade deste. Assim, e de acordo com a equação 4.12, quanto maior este parâmetro menores vão ser as perdas iniciais, logo menor será a infiltração que irá ocorrer, levando a uma aumento do escoamento superficial.

Após calculado, verificou-se que o N efectivamente aumenta ao longo do periodo em análise (65 para 1958, 70 para 1982 e 73 para 2004). Este calculo teve como base as cartas de uso do solo apresentadas anteriormente (Figuras 5.13, 5.14 e 5.15). Para um valor com maior precisão seria necessário recorrer a uma classificação de uso do solo semelhante à feita na Figura 5.18. No entanto dada a dificuldade de interpretação das fotografias aéreas para os periodos de 1958 e 1982 tal não foi possível fazer, tendo-se optado pelo uso das figuras acima indicadas.

Além de se verificar um aumento das áreas urbanas em toda a bacia (implicitamente um aumento no escoamento superficial), também se verifica que especificamente ao longo das linhas de água esta situação também ocorre, sendo possível observar na Figura 5.19 a variação percentual de cada uso do solo no DPH da rede hidrográfica.

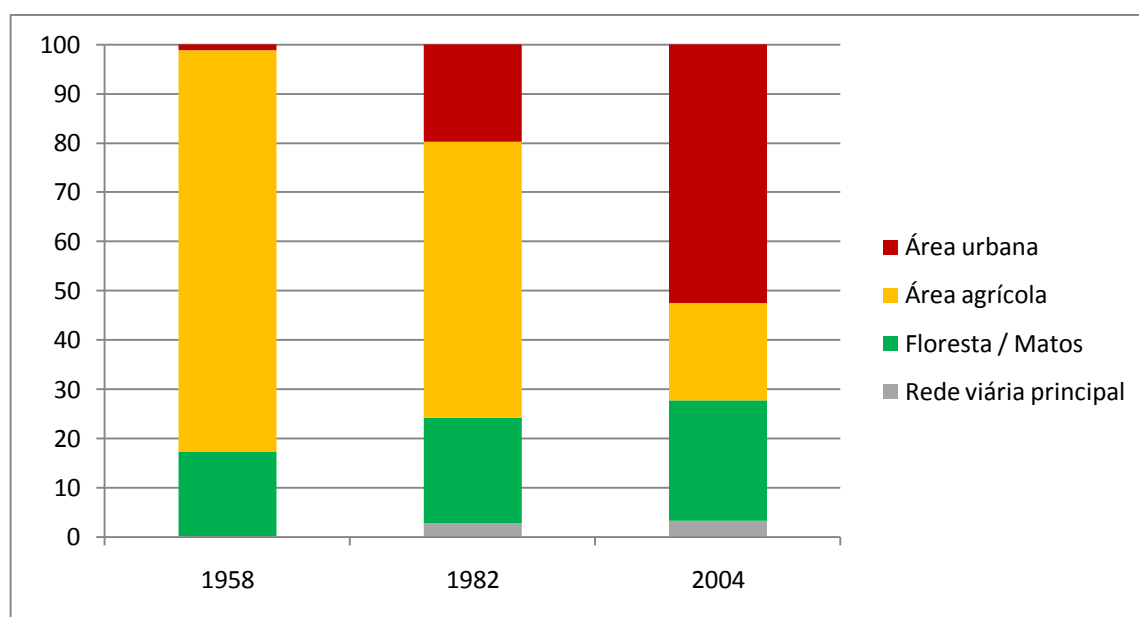


Figura 5.19 - Usos do solo presentes no DPH da rede hidrográfica

Esta ocupação desregrada do leito de cheia das linhas de água promove a ocorrência de cheias mesmo em bacias que não tenham sejam propícias.

A análise efectuada à bacia em estudo demonstra que esta tem um solo bastante permeável, não necessitando assim que uma extensa rede de drenagem. De facto, esta tem uma baixa densidade de drenagem, indicando que no geral a bacia não é susceptível à ocorrência de cheias. No entanto, fotografias tiradas a vários locais na bacia mostram a ocorrência de inundações, demonstrando assim

alguns efeitos decorrentes da urbanização que se tem verificado ao longo dos anos na bacia hidrográfica.

Tendo em conta esta situação, verifica-se que é necessário tomar medidas de modo a minimizar estes efeitos, potenciando o desenvolvimento de espaços naturais na bacia que possam ajudar a que tal aconteça.

5.1.8. Selecção da Área de Intervenção

De acordo com a caracterização feita nos capítulos anteriores verifica-se que a bacia em estudo apresenta vários problemas, quer a nível do escoamento das águas, uso do solo e biodiversidade.

Relativamente ao escoamento, apesar de não se apresentar com declives elevados, ter um solo com uma boa permeabilidade e, como demonstra a caracterização hidrológica, não apresentar grandes tendências à ocorrência de cheias, a alteração que ocorreu a nível do uso do solo ao longo do tempo foi alterar esta situação. A sua impermeabilização promove o rápido escoamento das águas o que pode provocar situações de cheia a jusante. Outra situação observada prende-se com a pouca diversidade de espécies na zona, sendo a possível causa desta situação a excessiva urbanização que esta sofreu.

De modo a sistematizar os problemas existentes na ribeira e respectivas margens foi também realizada uma observação no campo destas, tendo-se confirmado o observado pelos dados obtidos através dos mapas e outras situações.

Relativamente ao canal observa-se em alguns locais a completa cobertura e/ou impermeabilização dos taludes e leito, estreitamento do canal, estreitamento das margens no sentido de montante para jusante, ausência de vegetação autóctone, presença de espécies invasoras (canas) ou ausência de qualquer tipo de vegetação, obstrução do canal com entulho e/ou vegetação morta, erosão nas bases dos taludes e regularização do canal.

Relativamente às margens observa-se a sua completa impermeabilização, ausência de vegetação autóctone, presença de espécies invasoras ou ausência de qualquer tipo de vegetação, ocupação das margens por terrenos agrícolas provocando assim um possível aumento da carga de sedimentos e ausência de um leito de cheia do curso de água, obrigando a que toda a água se escoie obrigatoriamente no canal ou origine inundações.

Tendo em conta que a rede hidrográfica em questão tem a sua foz num sapal, habitat vulnerável protegido, a escolha do local terá que ter em conta, para além dos objectivos da dissertação, este facto. Assim o local a sofrer a intervenção poderá também servir para depurar a água que provém de montante recorrendo-se para isso à vegetação ripícola. Esta vegetação poderá diminuir a quantidade de nutrientes existentes na água a descarregar no sapal assim como reter alguma matéria orgânica.

Considerando as condicionantes mencionadas anteriormente, o local seleccionado para sofrer a intervenção situa-se entre a Auto-Estrada A2 (A2) e a Estrada Nacional 10 (EN10) (Figura 5.20), tendo sido escolhido este local pois:

- Pretende-se demonstrar a existência de técnicas mais aconselháveis às utilizadas para requalificar troços situados em zonas urbanas;
- Pretende-se também demonstrar que, apesar de todos os condicionantes a requalificação destes locais é uma tarefa executável;
- Pretende-se alertar a população da zona para a existência de um curso de água no local, curso esse que actualmente e em zonas mais a montante serve apenas para a descarga ilegal de águas residuais urbanas;
- Devido ao ponto anterior, pretende-se que as águas a serem descarregadas no sapal sejam depuradas pela vegetação a implantar no local;
- A existência de terrenos baldios nas margens do curso de água possibilita a criação de zonas de lazer que a população pode usufruir e que actualmente se encontram abandonadas;
- O elevado nível de artificialização do canal e das margens origina uma oportunidade de elaborar uma proposta de requalificação aos três níveis enunciados na “Introdução”.

No próximo capítulo procede-se à análise da área seleccionada e posterior identificação dos problemas existentes.

5.2. Área a intervir

Neste capítulo pretende-se fazer uma análise mais pormenorizada das características biofísicas do troço em questão. No entanto, devido à inexistência ou indisponibilidade de cartografia a uma escala menor, esta análise não terá o pormenor pretendido e aconselhável à escala a que se irá trabalhar. Assim, a caracterização do troço e da respectiva margem será feita recorrendo a cartas com escala 1:25000, escala utilizada na caracterização biofísica feita anteriormente.

Na Figura 5.19 é possível observar o troço seleccionado para ser objecto da proposta de requalificação.

5.2.1. Elementos Geomorfológicos

O troço a sofrer a intervenção está situado na parte final da rede hidrográfica da BHRA, tendo um comprimento de 828 m. Tal como a maioria da rede hidrográfica à qual pertence, este troço tem uma orientação Oeste-Este e situa-se na freguesia de Corroios, concelho do Seixal, entre a A2 e o Sapal de Corroios, tal como é possível observar na Figura 5.20. Nesta figura foi também incluído o

DPH do troço de modo a ser possível observar que este está ocupado por tecido urbano consolidado, reforçando assim a necessidade de se proceder à sua requalificação.

A altitude nesta área varia entre os 0 e os 25 m, valor obtido no extremo Noroeste da área, já fora do buffer. Dentro do buffer (área de estudo propriamente dita) a altitude varia entre os 0 e os 17 m. Relativamente ao declive, a zona não apresenta valores elevados para este parâmetro, sendo na sua maioria constituída por declives suaves (mais de 60% da área). A área definida está predominantemente exposta a Sul e a Norte. A predominância de duas exposições é expectável dada a proximidade da área em estudo a uma linha de água. Convém também referir que parte da área se encontra sem uma orientação dominante. Na Tabela 5.8 é possível observar a percentagem da área em estudo que se encontra exposta às várias orientações.

Tabela 5.8 - Exposição de vertentes (%) para o troço em estudo

Exposição	Zonas Planas	Norte	Este	Sul	Oeste
% da área	17.6	28.3	12.0	36.4	5.6

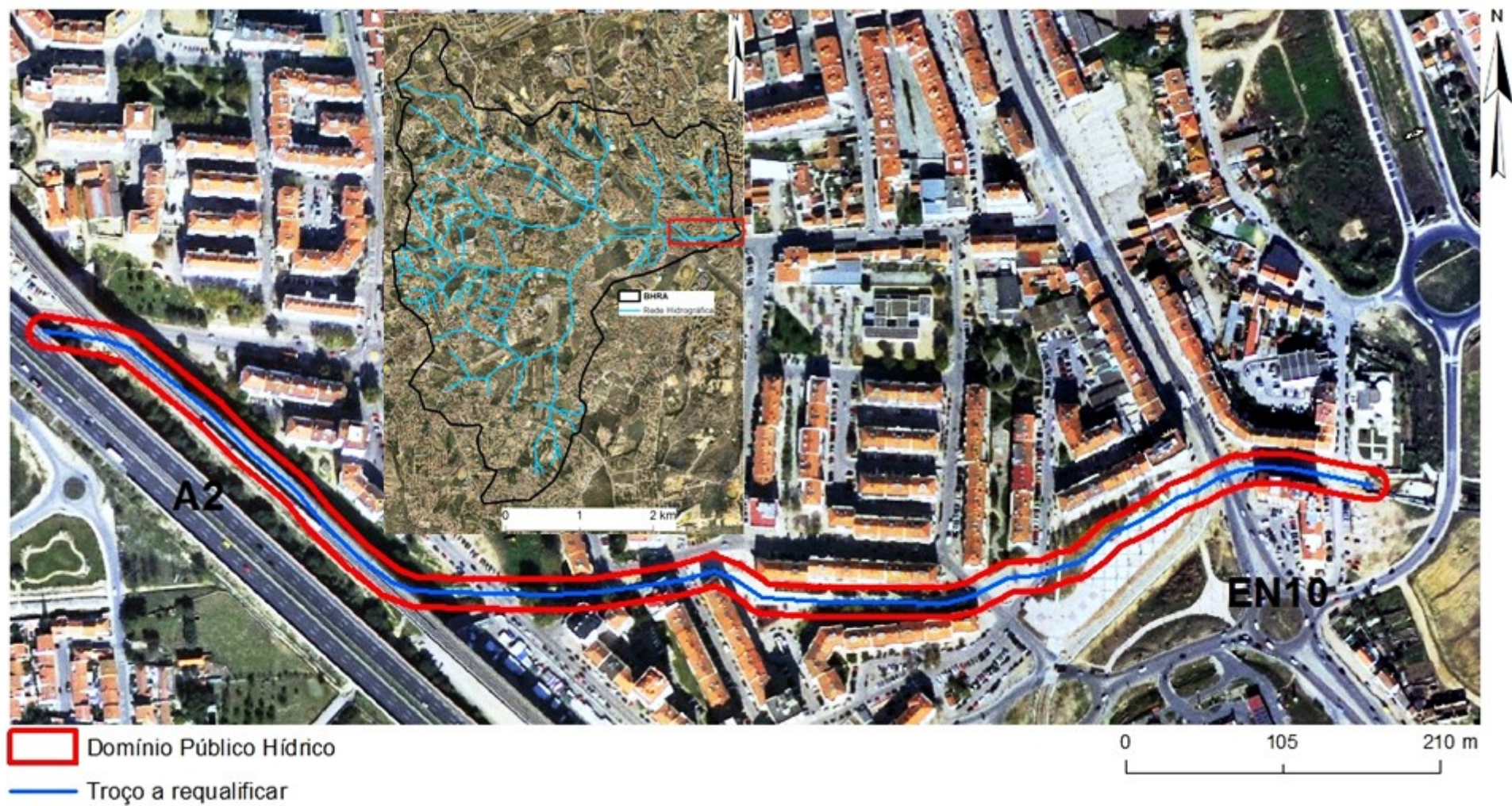


Figura 5.20 - Troço a estudar e respectivo DPH (10M)

Do ponto de vista litológico, a área definida apresenta depósitos aluvionares. Tal situação é expectável, dado estar-se a analisar um local que se encontra próximo de uma linha de água e da foz desta. No entanto, é preciso referir que, dado o grau de artificialização do local, a presença de depósitos aluvionares não pode ser confirmada sem uma análise do solo em profundidade.

5.2.2. Análise das Características Morfométricas e Hidráulicas

Devido à inexistência de dados de monitorização relativamente aos parâmetros a analisar, estes tiveram de ser estimados, alguns com base em dados de precipitação diária máxima anual (PDMA) e outros com valores encontrados na literatura. O caudal adoptado como base para os cálculos foi o que se encontra associado a uma chuvada com um período de retorno de 100 (Q_{100} e $PDMA_{100}$ respectivamente). Assim a caracterização dos parâmetros atrás enunciados e outros a serem analisados foi feita com base na precipitação e respectivo caudal com este período de retorno.

– Precipitação e Caudal

Como referido na metodologia, o período de retorno de projecto é de 100 anos, sendo todos os cálculos efectuados para este valor.

Na Tabela 5.7 é possível observar os valores dos coeficientes de Thiessen para cada estação.

Tabela 5.9 - Coeficientes de Thiessen calculados para as estações meteorológicas

Estação Meteorológica	Coeficientes de Thiessen
Cacém	0.66
Alcochete	0
Azeitão	0.34

Observa-se que a única estação que não tem influência na bacia em estudo é a estação localizada em Alcochete, não sendo tomada em consideração a quando do cálculo do caudal.

Após o cálculo da PDMA ponderada com base em dados de PDMA referentes ao período 1976-2005, foi testado o ajustamento da lei de Gumbel (equação 4.3) aos dados. Para isso recorreu-se aos testes do Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnov. Estes são testes de rejeição à hipótese da amostra provir de uma população com a distribuição em análise, encontrando-se na Tabela 5.8 os resultados dos mesmos.

Tabela 5.10- Resultado dos testes efectuados á Lei de Gumbel

Distribuição a testar	Qui-Quadrado			Kolmogorov-Sminof		
	$X^2_{\text{calculado}}$	10.65	Aceita-se a hipótese	$D_{\text{calculado}}$	0.14	Aceita-se a hipótese
Lei de Gumbel	X^2_{tabelado}	11.07		D_{tabelado}	0.81	

Após ambos os testes terem indicado que a lei de Gumbel se ajustava aos dados de PDMA obtidos, foi calculado o valor da $PDMA_{100}$ (Tabela 5.9).

Tabela 5.11 - Valores utilizados para calcular a PDMA através da Lei de Gumbel

a	x_0	T(x)	F(x)	x (mm)
0.06	43.56	100	0.99	119.6

Os valores x_0 e a são calculados com base nas equações 4.4 e 4.5 respectivamente, T(x) sendo o período de retorno de 100, $F(x) = \frac{T(x)-1}{T(x)}$ e x é calculado com base na equação 4.3

Utilizando a fórmula do Soil Conservation Service (4.10) calculou-se o valor de Q_{100} . De acordo com este método e admitindo o valor de precipitação anterior e 87 como sendo o valor do número de escoamento para condições AMC-III (Antecedent Moisture Conditions-III), o valor do Q_{p100} para o Troço 1 foi de 8.46 m³/s e para o Troço 2 de 19.8 m³/s.

– Geometria hidráulica actual

Tendo em conta que o troço em estudo já sofreu obras profundas que o artificializaram, considerou-se necessário definir a geometria actual deste, de modo a posterior comparação com a geometria definida na proposta.

Para caracterizar a geometria hidráulica foram utilizados como parâmetros a área transversal do troço, o seu comprimento, profundidade, formato do canal (rectangular ou trapezoidal), constituição do leito e taludes, declive, caudal (já atrás calculado), altura e velocidade de escoamento e tensão de arrastamento (equação 4.16).

Relativamente ao Troço 1 (Figura 4.3), este tem 309 m de comprimento, sendo constituído por enrocamento no leito e taludes, apresentando estes últimos um ângulo de 55º, um formato trapezoidal, uma altura média de 2 m, largura média de fundo de 4.2 m e largura superficial média de 7 m. Relativamente às condições de escoamento, realiza-se a uma altura de aproximadamente 1.3 m e com uma velocidade de 1.2 m³/s. Relativamente à tensão de arrastamento, tendo em conta os parâmetros indicados, esta tem o valor de 17.6 N/m². Na presente dissertação a tensão de arrastamento e a velocidade de escoamento são parâmetros extremamente importantes pois estes são os parâmetros hidráulicos a utilizar a quando da escolha das técnicas para requalificar o troço.

O Troço 2ª (Figura 4.3) tem um comprimento de 178 m e é constituído por betão liso no leito e taludes, apresentando-se estes últimos em ângulo recto e sendo o canal rectangular com uma altura média de 2 m, largura média de fundo e superfície de 7.5 m. Relativamente às condições de escoamento, estas realizam-se a uma altura de 1m e com uma velocidade de aproximadamente 3 m³/s. Relativamente à tensão de arrastamento, tendo em conta os valores indicados anteriormente, tem o valor de 12 N/m².

O Troço 2B (Figura 4.3) apresenta um comprimento de 493 m, sendo igualmente constituído por betão liso no leito e taludes e apresentando uma forma rectangular, uma altura média de 2,5 m, largura média de fundo e superfície de 8.7 m. Relativamente às condições de escoamento, estas

realizam-se a uma altura de 0.8 m e com uma velocidade de $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$. Relativamente à tensão de arrastamento, tendo em conta os valores indicados anteriormente, tem o valor de 11 N/m^2 .

5.2.3. Uso do solo: área urbana

Na proximidade da linha de água o tecido edificado, composto por aproximadamente 484 edifícios, caracteriza-se por ter sido construído, na sua maioria (70%), nas décadas de 60 e 70 do século passado. Parte deste (22%) foi construído entre estas décadas e o início da década de 20, observando-se que nos últimos anos muito poucos edifícios foram construídos (8%)

Na Figura 5.20 é possível observar a divisão do tecido edificado em função da data de construção.

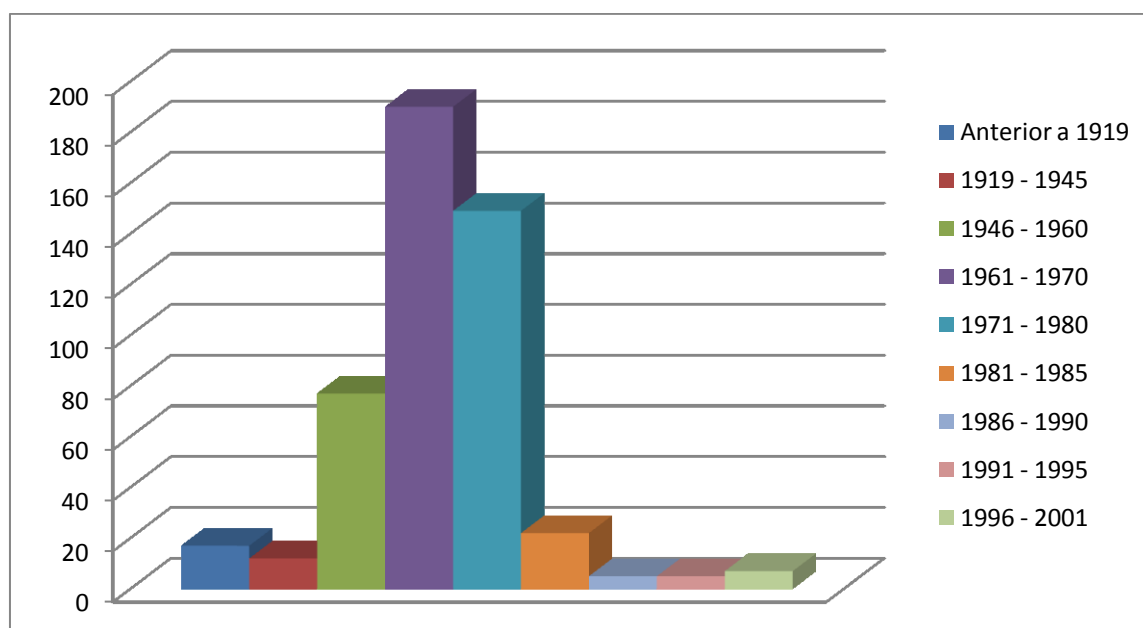


Figura 5.21 - Número de edifícios por período de construção (Adaptado de INE (2001))

Três quartos dos edifícios são exclusivamente residenciais, sendo 23% principalmente residenciais e somente 2% não residenciais. A composição vertical varia entre edifícios com 1 e 5 pisos, não existindo estruturas mais elevadas. Nesta categoria observa-se que os edifícios com 1 ou 2 pisos estão em número aproximado aos de 3 e 4 pisos (44% e 42% respectivamente), sendo o restante do edificado formado por estruturas com 5 pisos, sendo estes constituídas por betão ou alvenaria argamassada. Estes 484 edifícios dividem-se em 2808 alojamentos.

Pode-se concluir que as margens do troço há muito que foram fortemente urbanizadas, facto que se pode concluir através da análise feita à evolução do uso do solo e através da análise do período de construção do edificado da zona, período esse em que ocorreu uma grande expansão do tecido edificado na zona.

5.2.4. Identificação dos problemas existentes no Troço

Vários problemas foram observados ao longo do troço seleccionado, nomeadamente:

- Completa cobertura do canal;
- Completa impermeabilização dos taludes, leito e margens;
- Ausência de qualquer tipo de vegetação no canal e margens;
- Adopção em parte do troço por um formato rectangular para o canal ao invés de um formato trapezoidal (formato mais natural);
- Ocupação do leito de cheia da ribeira por prédios;
- Elevada velocidade de escoamento em certas partes do troço devido à regularização e formato rectilíneo deste.

A seguinte proposta terá o objectivo de corrigir ou amenizar os efeitos dos problemas citados.

6. Proposta de Requalificação e Valorização Ambiental

A presente proposta para além de ter presente os objectivos anteriormente enunciados pretende também servir como exemplo (ou modelo) para um possível projecto de requalificação de toda a rede hidrográfica com características semelhantes. No entanto é necessário referir que dada a ausência de questionários à população do local, a proposta apresentada terá primeiro de ser aprovada pelos moradores do local e possivelmente alterações de modo a compatibilizar-se com estes, pretendendo-se assim promover a sua aceitação por parte dos habitantes.

Assim, tendo em conta tanto as características que os troços assumirão depois de requalificados, como as características e limitações das técnicas a utilizar (nomeadamente declives, velocidade da corrente e tensão de arrastamento que as técnicas podem suportar e o custo destas) decidiu-se que nos dois Troço se iriam utilizar as mesmas técnicas, sendo estas a Hidrossementeira e a Biomalha em Fibras Vegetais.

A Hidrossementeira é uma técnica que promove o fácil e rápido revestimento de superfícies em erosão com espécies herbáceas, sendo a distribuição de uma mistura de água e sementes obtida através de meios mecânicos. Esta técnica é frequentemente utilizada como um complemento a outras técnicas e realizada durante o período de actividade vegetativo, sendo promovidas, quando e se necessário, irrigações de recurso, adubações e cortes periódicos. O custo médio da Hidrossementeira ronda os 3.25 €/m² (AIPIN, 2003; Venti *et al*, 2003). Relativamente ao custo estimado das técnicas, este refere-se somente ao custo do material.

A Biomalha em Fibras Vegetais é uma técnica que promove a protecção de locais sujeitos a erosão hídrica e eólica, podendo também ser utilizada como complemento a outras técnicas. Esta protecção é obtida através da colocação de um tapete esticado sobre o solo e fixado ao substrato por meio de estacas, sendo este tapete constituído por fibras de côco ou palha. A protecção fornecida pela biomalha é temporária, sendo esta função posteriormente desempenhada pela vegetação. Esta técnica tem um custo médio de 14 €/m² (AIPIN, 2003; Venti *et al*, 2003). Relativamente ao custo estimado das técnicas, este refere-se somente ao custo do material.

De modo a enquadrar a área a requalificar, na Figura 6.1 pode-se observar a divisão da zona de acordo com os troços. A designada “área a requalificar” para cada troço foi obtida através da definição de espaços que pudessem ser requalificados.

Antes de mais, sugere-se que a linha de água situada a montante seja desviada do local onde está (junto à estrada) e passe para uma zona mais interior, acompanhando logicamente o início do Troço 1 este desvio. A proposta para o novo traçado pode ser observada na Figura 6.2.

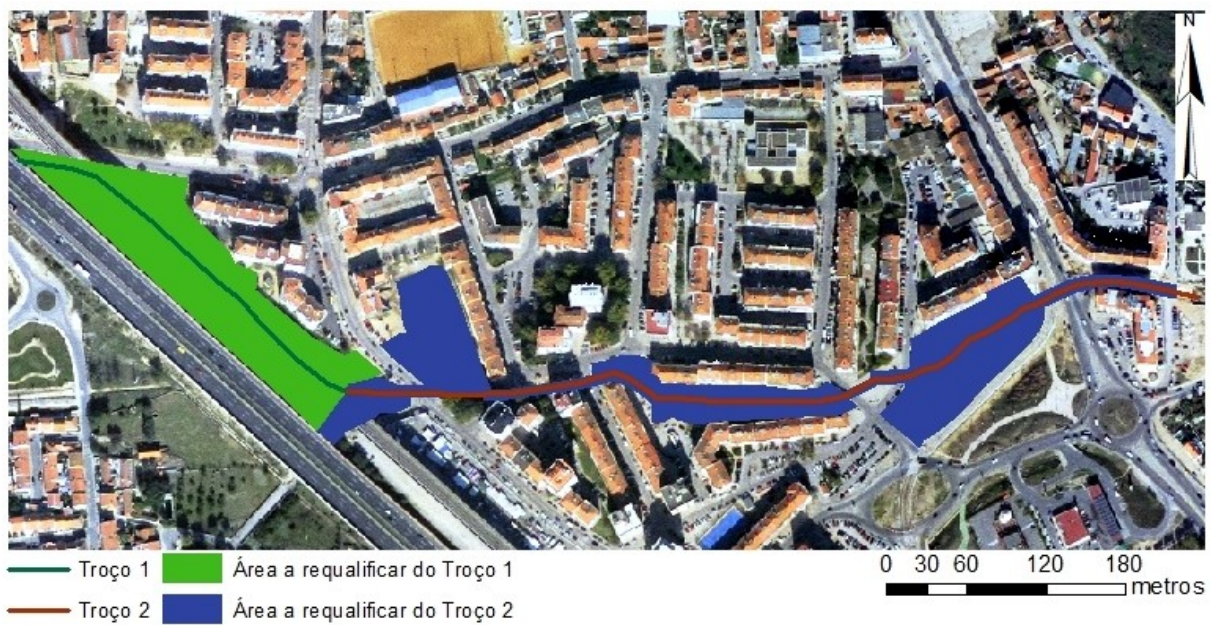


Figura 6.1 - Divisão da área a requalificar de acordo com o Troço



Figura 6.2 - Traçado original vs traçado proposto para o início do Troço 1

Esta opção tem como objectivo eliminar o estrangulamento que ocorre na ribeira junto à estrada (Figura 6.3) e evitar assim as inundações que costumam ocorrer neste local.



Figura 6.3 - Estrangulamento do canal no início do Troço 1 (Corroios, Dezembro de 2010)

No entanto será necessário ter o cuidado de manter o comprimento do troço de modo a evitar possíveis problemas, tais como situações de erosão regressiva, ou assoreamento. Para tal, propõe-se que antes de se efectuar o desvio seja feita uma análise às novas condições que este desvio irá criar.

De modo a situar a proposta de requalificação, na Figura 6.4 é possível observar a Planta da Proposta de Requalificação, sendo de seguida exposta a proposta elaborada para cada troço.

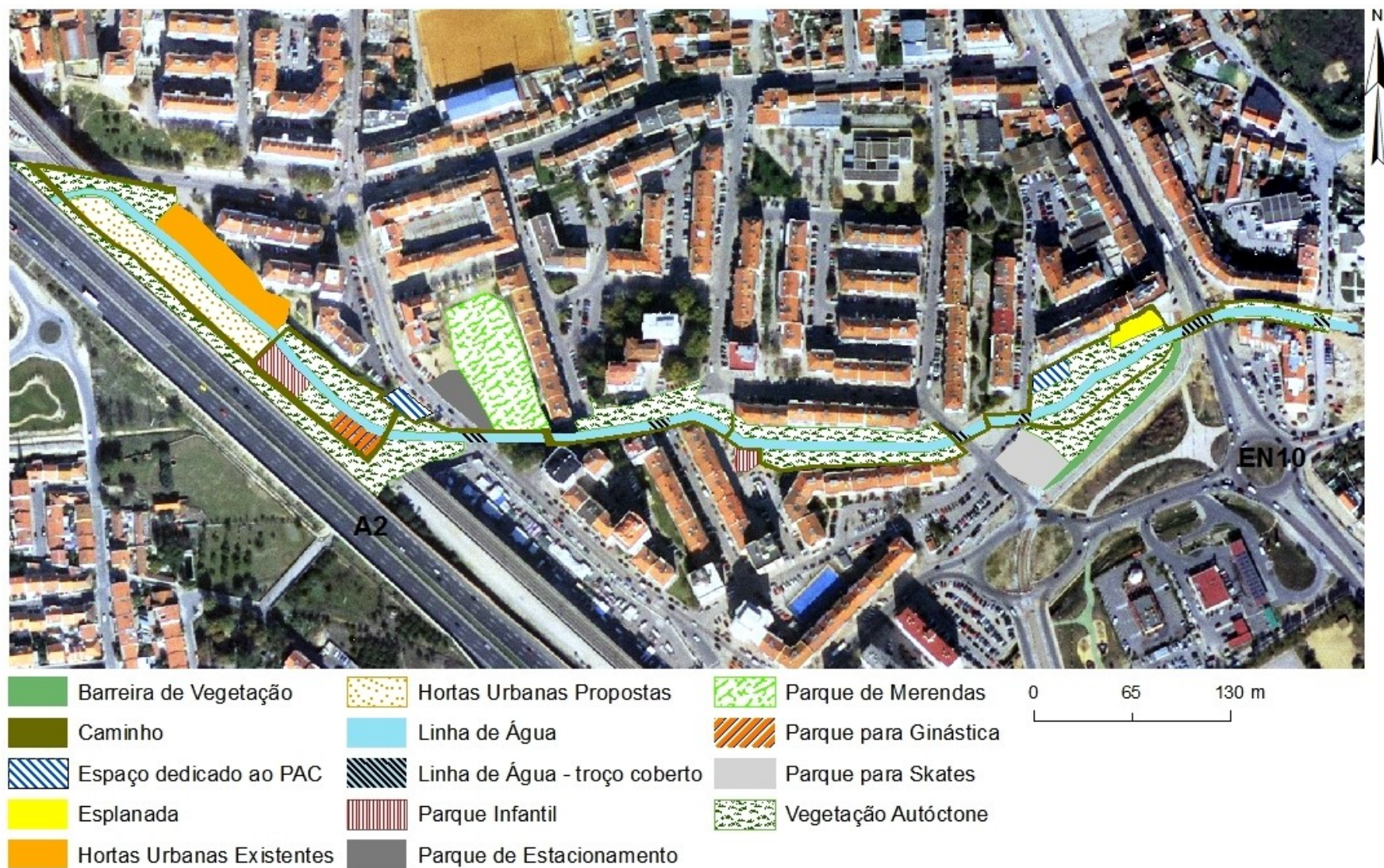


Figura 6.4 - Proposta de Requalificação

6.1. Proposta de Requalificação: Troço 1

Apesar de este troço já ter sofrido uma requalificação, verifica-se que a técnica utilizada (enrocamento) apesar de não interferir de forma negativa no escoamento e ser uma técnica válida para as características deste, não será a opção mais adequada quando se pretende que o canal tenha um aspecto e funções que permitam que este preste todos os serviços que uma linha de água em ambiente urbano pode proporcionar, encontrando-se entre eles o aumento da biodiversidade, aumento da humidade, redução da temperatura máxima e a oportunidade á criação de áreas de recreio e lazer (Figura 6.5).



Figura 6.5 - Vista transversal do início e fim do Troço 1 (Corroios, Dezembro de 2010)

Assim, e tendo em conta os parâmetros analisados, propõe-se que este troço mantenha o formato trapezoidal e tenha dimensões constantes ao longo do seu percurso passando assim a ter uma largura superficial de 6 m, 2 m de largura de fundo e uma profundidade de 1.5 m, passando os taludes a ter um ângulo de aproximadamente 40°.

O revestimento destes e do leito será feito, primeiro com recurso a uma hidrossementeira, sendo para tal utilizada uma mistura de sementes pertencentes a espécies ripícolas (20-60 g/m²), água (1-30 L/m²), adubos orgânicos e/ou inorgânicos (50-200 g/m²), correctivos (60-300 g/m²), colantes (colóides orgânicos e/ou argilo-húmicos, 10-100 g/m²) e fitorreguladores. Numa segunda fase, e para assegurar a protecção do solo a nú enquanto a vegetação se desenvolve, será aplicada uma biomalha em fibras de côco ou palha, sendo a área total de aplicação destas técnicas no canal de aproximadamente 2200 m². Na Figura 6.6 é possível observar uma imagem onde está representado um modelo com o novo aspecto que se prevê que os taludes e o leito tenham. Recomenda-se também a construção de estruturas de protecção do talude exterior nos locais onde existam curvas de modo assegurar a sua estabilidade.

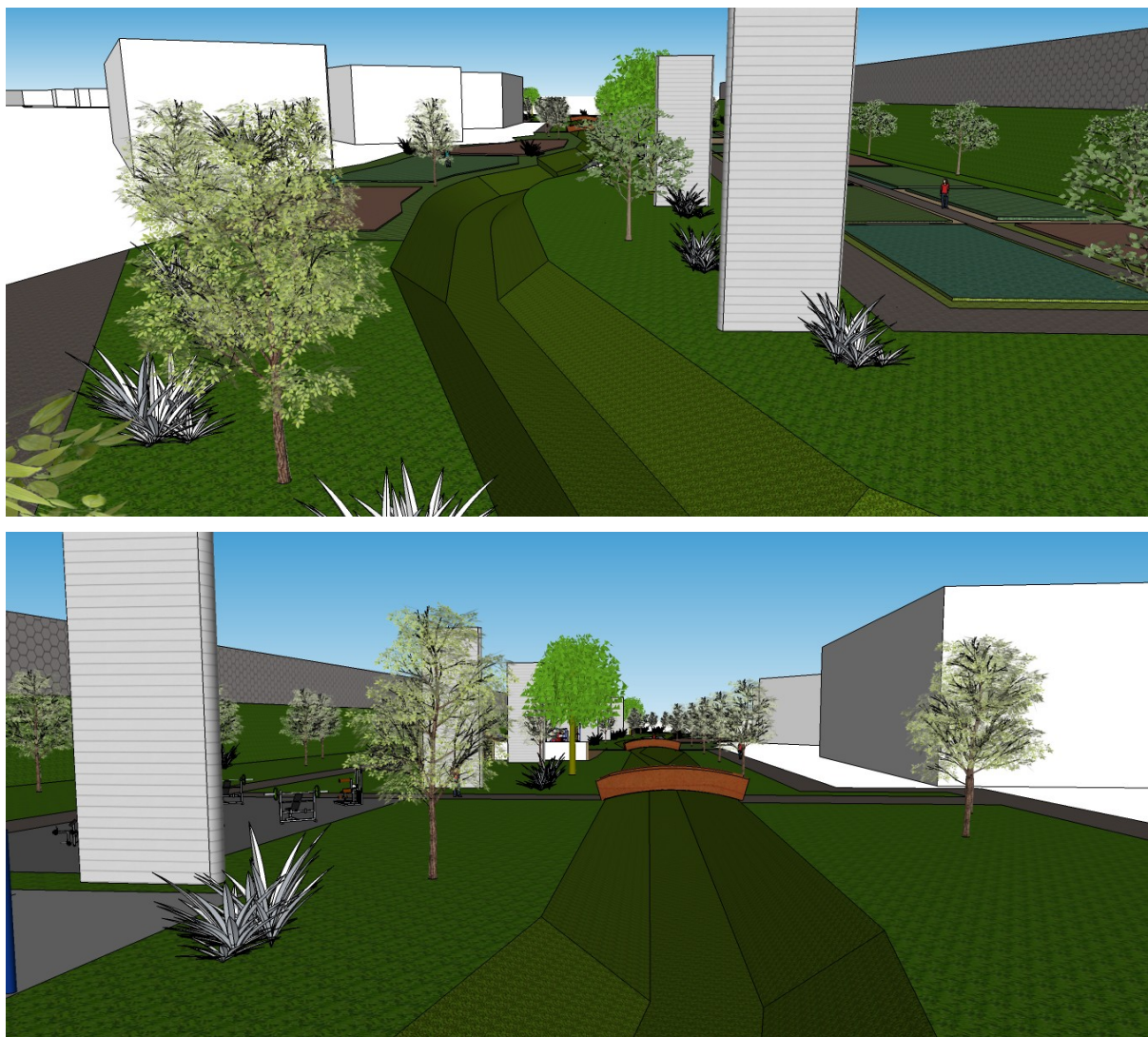


Figura 6.6 - Vista transversal do Troço 1 após a requalificação: início do troço (acima) e fim do troço (abaixo)

A margem direita do Troço 1 apresenta-se como um solo nú, despojado na sua maioria de qualquer tipo de vegetação. De modo a promover o desenvolvimento de um coberto vegetal foi escolhida a técnica designada por Hidrossementeira para aplicar no local juntamente com uma malha de fibras vegetais, sendo a sua aplicação semelhante à realizada no canal. Para a recuperação do coberto vegetal serão utilizadas espécies autóctones.

Dado que a recuperação das comunidades vegetais é um processo progressivo, primeiro serão implantadas espécies menos exigentes e de menor porte, nomeadamente o Caniço (*Phragmites australis*), Bunho (*Scirpus lacustris*) e Tábuas (*Typha* spp.). Estas espécies vão proporcionar condições edáficas para a implantação de espécies mais exigentes e de maior porte, nomeadamente a Borracheira-Branca (*Salix salvifolia*), Borracheira-negra (*Salix atrocinerea*), Freixo (*Fraxinus angustifolia*), Tamargueira (*Tamarix africana*), Choupo-negro (*Populus nigra*), Sabugueiro (*Sambucus nigra*) e o Pilriteiro (*Crataegus monogyna*). Estas espécies serão utilizadas em todas as áreas definidas como “Vegetação Autóctone” estando logicamente incluídas as zonas pertencentes à faixa ripária que acompanha os locais definidos por “Caminho”.

Para além de se recuperar a vegetação, pretende-se também utilizar o local como zona de lazer. Assim, dada a extensão deste, parte da sua área será requalificada para ser utilizada como horta urbana, seguindo o que já ocorre em algumas zonas da margem esquerda.

Os locais definidos para serem utilizados como hortas estarão localizados perto do canal permitindo que a água e os nutrientes que possam ser utilizados em excesso sejam aproveitados pela vegetação presente. Estes espaços poderão ser alugados por um preço simbólico (por exemplo, 0.50€/m²), sendo da responsabilidade do utente a manutenção do local, existindo também regras para a sua utilização (racionalização da água, uso de fertilizantes orgânicos, frequência de workshops sobre a correcta utilização do solo, proibição na vedação das hortas), fiscalização (inspecções aleatórias à qualidade do solo das hortas) e penalizações para o uso indevido do local (por exemplo, perda do direito ao uso do local). A implantação das hortas poderá ser feita com o auxílio dos moradores que já utilizam o local para tal. Estes últimos não terão de pagar o aluguer do seu espaço, dada a sua antiguidade na utilização do mesmo; terão no entanto de frequentar as palestras/sessões de esclarecimento de modo a que as suas hortas privadas não contribuam para a deterioração da qualidade da vegetação presente na ribeira. Se tal não se verificar, serão aplicadas penalizações pelo uso indevido do terreno. Na Figura 6.7 é possível observar o local a ser utilizado para a criação das Hortas Urbanas Propostas e uma imagem de como se espera que este fique após a sua implantação.

Na zona adjacente às hortas públicas estará programada a construção de um parque infantil. Este parque além de ter os equipamentos habituais poderá incluir um mostruário situado a uma altura mais baixa de modo a ser mais acessível a sua visualização por parte das crianças. Este mostruário terá as espécies de flora utilizadas no projecto de requalificação, estando incluído neste a descrição das características das espécies, nome comum, nome científico e uma imagem. Poderá também ser incluída informação sobre as espécies de fauna características da zona. É necessário referir que o facto do parque infantil se localizar nas proximidades das hortas não é ao acaso. Com esta situação pretende-se aproveitar a curiosidade natural das crianças e cativar o seu interesse pelas actividades que estarão a ser realizadas nesse local. O seu interesse poderá ser propagado para os pais, trazendo-os assim para o local e despertando o seu interesse por este.



Figura 6.7 - Zona reservada para as Hortas Urbanas Propostas: antes (acima; Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)

Localizado nas proximidades do Parque Infantil será edificado um parque dedicado à prática desportiva (Parque Desportivo). O mobiliário deste parque incluirá equipamento desportivo urbano, encontrando-se em anexo (Figura 1.1) exemplos do tipo de estruturas a implantar. Também poderá ser incluído um espaço dedicado à prática de basketball. Na Figura 6.8 pode ser observado o local reservado para o Parque Infantil e Parque Desportivo.

Na zona oposta a estas estruturas, na margem esquerda da ribeira será colocado antes e durante a intervenção um dos dois Postos de Atendimento ao Cidadão (PAC). Estes locais serão o intermediário entre o munícipe e a autarquia, servindo para prestar esclarecimentos, aceitar sugestões e queixas que possam existir por parte destes relativamente à requalificação do local. Após a conclusão das obras, os PAC serão retirados, sendo estes locais convertidos em espaços verdes com exemplares de espécies autóctones ou poderá ser mantido um dos PAC's e convertido num Centro de Interpretação Ambiental de modo a manter a contínua promoção do local e da sua importância.

Na restante área pertencente ao Troço 1, será recuperada a vegetação autóctone através do uso de Hidrosementeiras e Biomalhas.

De modo ao aumentar a atractividade do local, junto das Hortas, Parque Desportivo e Parque Infantil, tanto os pilares da ponte do comboio como a barreira acústica (podendo estes ser observados na Figura 6.7 e Figura 6.8) junto à A2 poderão ser utilizados para a criação e desenvolvimento de arte urbana e/ou utilizados pelos alunos das escolas das proximidades de modo a que estes participem no embelezamento de uma zona que também eles irão usufruir. Esta opção no uso destas estruturas tem como objectivo a inclusão dos artistas de rua e alunos das escolas na criação da obra de modo a promover a sua preservação.

Para evitar incluir no meio do local postes de iluminação, estes serão fixados nos pilares da ponte do comboio, sendo utilizadas lâmpadas LED's (Light-Emitting Diode – diodo emissor de luz) que estarão ligadas a painéis solares, armazenando energia durante o dia que será utilizada à noite. Com esta medida pretende-se diminuir a energia necessária à iluminação.



Figura 6.8 - Zona reservada para o Parque Infantil e Parque Desportivo: antes (acima; Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)

6.2. Proposta de Requalificação: Troço 2

Tal como o troço anterior, também este sofreu intervenções no sentido da sua requalificação. A primeira intervenção envolveu a regularização do canal através do revestimento do leito e taludes com cimento e o aumento do declive destes últimos. Uma segunda intervenção levou à total cobertura da superfície de parte da ribeira (Troço 2B). Estas intervenções levaram à remoção da vegetação existente na ribeira e a um aumento na velocidade de escoamento, o que apesar de aumentar a eficiência na condução das águas retirou o carácter natural da ribeira e tornou-a incapaz de desempenhar as suas outras funções, situação que a presente proposta pretende rectificar. Na Figura 6.9 é possível observar o actual estado da ribeira neste troço e respectivas margens.



Figura 6.9 - Estado actual do Troço 2: 2A (acima) e 2B (abaixo) (Corroios, Dezembro de 2010)

Tendo em conta os parâmetros analisados, propõe-se que o presente troço adopte um formato trapezoidal com 7.5 m de largura superficial, 3 m de largura de fundo, uma altura de 2 m resultando assim em taludes com declives de 45°. Estas dimensões serão mantidas em toda a extensão do Troço 2.

Tal como aconteceu com o Troço 1, também este Troço será revestido, numa primeira fase, com recurso a uma Hidrossementeira, sendo utilizada uma mistura com características iguais à utilizada no troço anterior. Numa segunda fase e de modo a proteger o solo enquanto a vegetação se desenvolve, será utilizada uma Biomalha em fibras vegetais, sendo a área de aplicação destas técnicas no canal de aproximadamente 6320 m². Para a protecção do talude exterior nas zonas onde

o canal tem curvas, recomenda-se a construção de estruturas que assegurem a sua estabilidade (ex: encoramento). Na Figura 6.10 é possível observar uma imagem de como se espera que o canal fique após a sua requalificação.

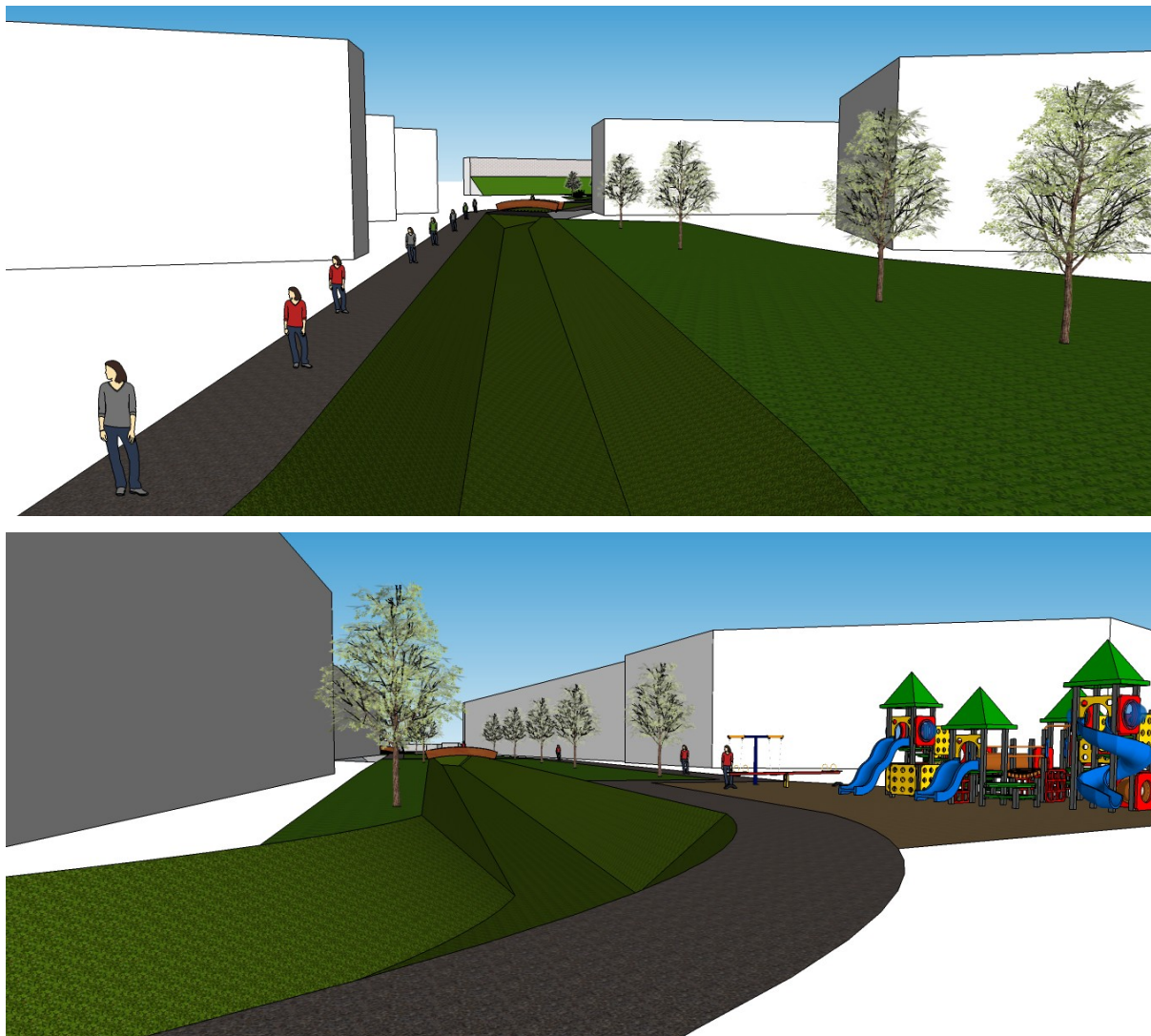


Figura 6.10 - Aspecto esperado para o Troço 2: 2A (acima) e 2B (abaixo)

Aproveitando novamente o facto de se estar a proceder à requalificação do canal, propõe-se também a requalificação das suas margens. Assim, será construído um Parque de Estacionamento, sendo o espaço adjacente a este destinado à criação de um Parque de Merendas.

O mobiliário a utilizar neste parque será constituído na sua totalidade por plástico 100% reciclado, sendo possível observar na Figura 1.2 em anexo exemplos do tipo de estruturas a utilizar no local. Já na Figura 6.11 é possível observar uma imagem dos parques de estacionamento e merendas.



Figura 6.11 - Aspecto esperado para o Parque de Estacionamento e Parque de Merendas: antes (acima, Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)

Na zona onde o canal da ribeira se encontra encaixado entre dois edifícios a requalificação implicará o fecho da estrada que por aí passa (Figura 6.9, imagem inferior) permitindo a alteração do canal e aumentando as margens e os locais onde se poderá recuperar a vegetação. O Parque Infantil aí situado continuará a manter a sua posição (Figura 6.10, imagem inferior).

Na zona a jusante será construído um parque para aqueles que gostem de andar de skate, sendo localizado à frente deste, na outra margem da ribeira, o segundo PAC. Ao lado do PAC estará localizada uma esplanada que servirá os cafés das proximidades (Figura 6.12).

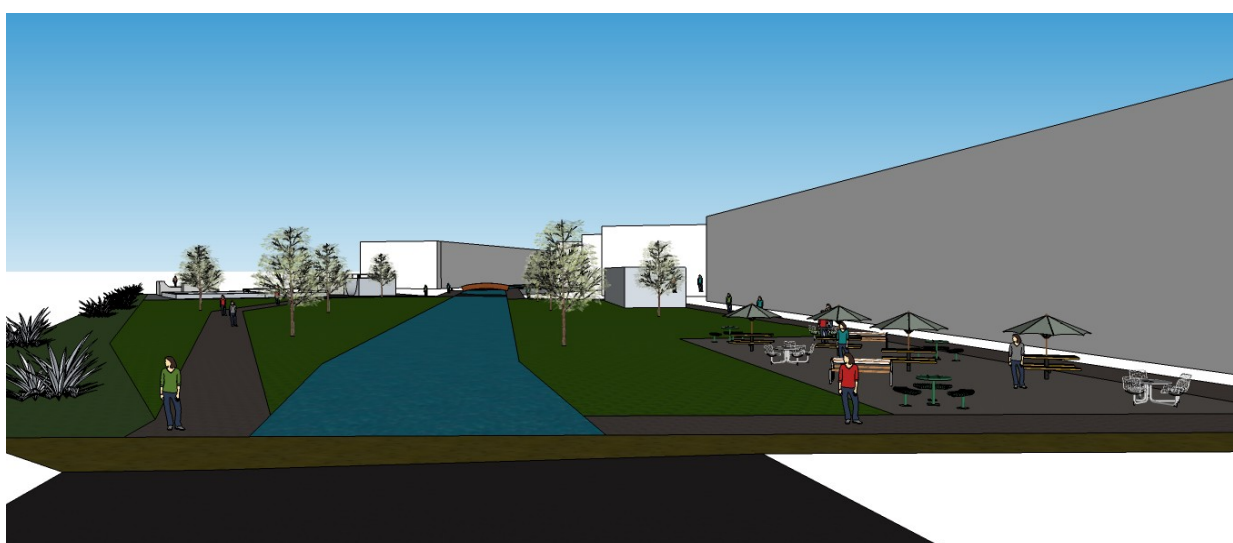


Figura 6.12 - Zona reservada para o Parque para skates e Esplanada: antes (acima Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)

Na proximidade da foz da ribeira, e de modo a permitir que esta esteja descoberta, será fechada a Rua dos Corticeiros (Figura 6.13), permitindo também aqui a recuperação da ribeira e a criação de um pequeno corredor ripário. O fecho desta rua terá pouco impacte na circulação rodoviária da zona dada a existência de vias alternativas a esta de fácil acesso.

Com a criação deste corredor a presente proposta pretende respeitar o modo como os sistemas fluviais são constituídos (Figura 2.2) sempre que tal seja possível.

Intercaladas com estas estruturas estará um Percurso Pedonal que percorrerá a zona a ser requalificada em toda a sua extensão. Este caminho incluirá um conjunto de Pontes Temáticas que atravessam a ribeira, sendo o desenho das paredes interiores das pontes também uma fonte de informação, contendo imagens e informações semelhantes às existentes no mostruário do Parque Infantil do Troço 1 mas com uma linguagem orientada para adolescentes e adultos.

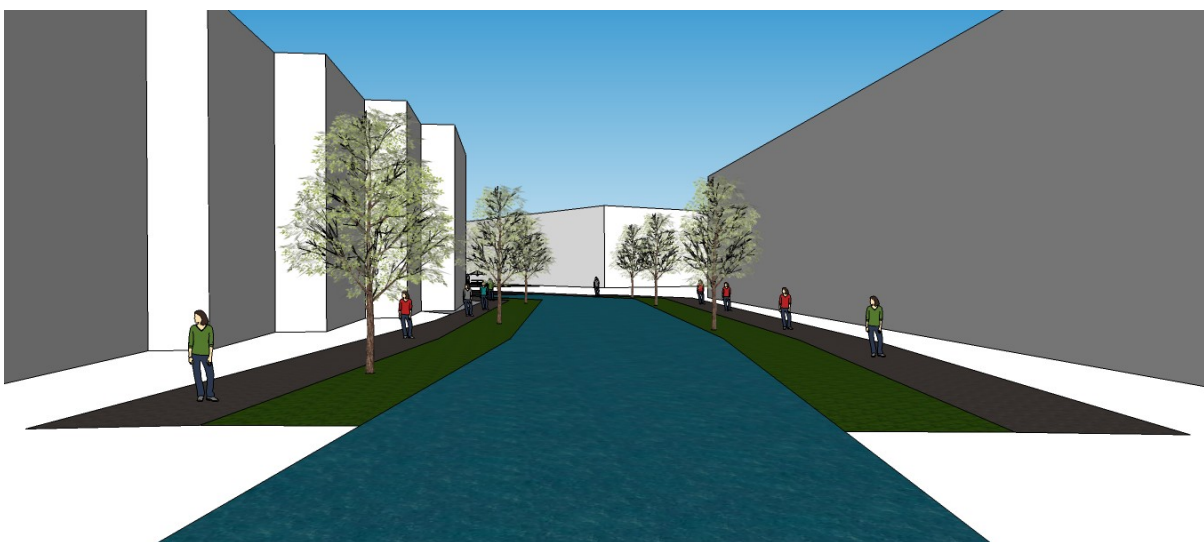


Figura 6.13 - Aspecto esperado para a parte final do Troço 2 (Rua dos Corticeiros): antes (acima Corroios, Dezembro de 2010) e depois (abaixo)

Poderá também ser incluída informação acerca do canal e das técnicas utilizadas para a sua requalificação. Relativamente ao desenho exterior das pontes, este estará a cargo das crianças das escolas primárias existentes no concelho do Seixal e se possível Almada. De modo a promover a proposta de requalificação, poderá ser criada uma iniciativa junto às escolas primárias através da qual estas podem sugerir um conjunto de desenhos criados pelos alunos que possam ser incluídos nas pontes. A base na construção das pontes não será madeira mas sim plástico reciclado

Este conjunto de acções relativamente às Pontes Temáticas destina-se a permitir a apreciação da ribeira na sua totalidade tanto pelas crianças como pelos adultos e estabelecer assim uma relação destes com este organismo vivo.

Relativamente à Esplanada, Parques Infantis, de Merendas, de Estacionamento e Percurso Pedonal a cobertura do solo nestes locais poderá ser realizada utilizando materiais porosos,

permitindo facilmente a infiltração das águas das chuvas, sendo estas conduzidas para a ribeira. Ainda sobre estes locais, tal como no Troço 1, também a iluminação aqui será feita através de LED's alimentados por painéis solares.

Dada a natureza da dissertação, torna-se necessário referir a natureza dos materiais a ser utilizados tanto na construção das pontes como do mobiliário a ser utilizado nos locais a requalificar (mesas, cadeiras, papeteiras). Estes serão constituídos por plástico compósito 100% reciclado, permitindo o uso deste material a preservação do mobiliário dado que o plástico reciclado é resistente á corrosão, não apodrece, é mais leve, isolante, antiderrapante, inatacável por parasitas e fungos, imita as formas e aparência da madeira e tem uma elevada durabilidade (Extruplás, 2010).

Dada a constituição dos sistemas fluviais (Figura 2.2,) ao longo da linha de água e sempre que possível foi introduzido um corredor ripário.

Acerca das zonas onde será recuperado o coberto vegetal, dado que estas se encontram completamente impermeabilizadas será necessário mobilizar o solo de modo a remover a camada impermeabilizante e se necessário introduzir nutrientes através do uso de adubos orgânicos. Após este conjunto de acções poderão então ser utilizadas as técnicas anteriormente descritas para recuperar a vegetação autóctone.

6.3. Análise SWOT

A presente análise pretende reunir os principais aspectos que caracterizam a proposta elaborada, baseando-se na metodologia SWOT, onde serão expostos os aspectos mais relevantes.

Esta análise classifica os aspectos da proposta em um de quatro pontos:

- Strengths (pontos fortes)
- Weaknesses (pontos fracos)
- Opportunities (oportunidades)
- Threats (ameaças)

Os pontos fortes e pontos fracos correspondem à análise do “ambiente interno”, salientando elementos que na proposta podem reforçar ou melhorar o local através da sua implementação. As oportunidades ou ameaças correspondem à análise do “ambiente externo”, sendo constituídos por elementos existentes de fora da área de acção da proposta que poderão influenciar os efeitos da sua aplicação na área.

Os elementos que constituem cada um dos pontos da análise SWOT podem ser observados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Resultados da análise SWOT

Pontos fortes	Pontos fracos	Oportunidades	Ameaças
Recuperação da vegetação autóctone	Eliminação de alguns locais de passagem de tráfego	Melhoria da qualidade de vida	Deterioração da flora devido à má qualidade de água que venha de montante
Promoção da agricultura urbana	Possibilidade da ocorrência de transtornos para os habitantes a quando da implementação da proposta	Possibilidade de expansão do projecto para áreas a montante para a criação de uma rede de corredores verdes	Aumento do tráfego em outras vias devido ao fecho de algumas estradas
Recuperação de um corredor azul	O dinheiro necessário para as obras é a fundo perdido (se for público)	Uso do método do balanço ecológico de modo a financiar as obras	
Integração da ribeira no espaço urbano	Corredor ripário pouco largo ou em alguns sitio inexistente	Promoção da biodiversidade se o projecto for expandido para outras áreas	
Criação de uma zona de Interligação entre a população e a ribeira	Resistência dos habitantes a quando do fecho de algumas vias	Promoção da educação ambiental	
Promoção da multifuncionalidade do espaço adjacente á ribeira	Possível deterioração da flora se as práticas agrícolas não forem as adequadas		
Aumento da capacidade de infiltração das áreas requalificadas	Ausência de ciclovias devido à limitação do espaço		
Aumento da interacção entre os habitantes			
Promoção da biodiversidade a nível local			
Qualidade paisagística da área após a requalificação			
Iluminação no local feita à base de energias renováveis			

7. Conclusão

A desconexão que os grandes aglomerados urbanos apresentam relativamente aos seus sistemas naturais é algo que resultou da falta de planeamento ou planeamento ineficaz a nível do ordenamento do território que ocorreu na maioria do século XX. Estas deficiências resultaram na fragmentação do mosaico territorial, estando obrigatoriamente incluídos nesse mosaico os sistemas naturais. Esta fragmentação resultou na consequente degradação destes sistemas ou então na sua completa eliminação dos aglomerados urbanos. Outra consequência de um planeamento ineficaz foi o crescimento fragmentado destes aglomerados.

Posteriormente, e numa tentativa de corrigir estes problemas, surgem instrumentos de planeamento a nível local, regional e nacional. Apesar de no geral serem satisfatórios, até certo nível, os instrumentos de nível local secundarizam os sistemas naturais, dando primazia aos sistemas antropogenizados e promovendo a degradação da qualidade do ambiente urbano. No entanto, apesar de degradado, verifica-se o contínuo crescimento dos centros urbanos, promovendo estes a impermeabilização do solo, causando problemas (ex:cheias) que necessitam de resolução.

Assim, surge a necessidade da criação de planos e/ou projectos que possam amenizar a situação actual, sendo neste contexto que surge a oportunidade de utilizar o que resta dos sistemas naturais nos aglomerados urbanos, recuperando-os ou requalificando-os, de modo a melhorar a qualidade do ambiente urbano através da sua reconexão ao ambiente que o rodeia. Esta requalificação poderá ser realizada tendo como eixo orientador os sistemas fluviais que existam em núcleos urbanos.

A existência destes sistemas nas cidades deve ser considerado como uma oportunidade a ser explorada pela mesma, podendo estes ser recuperados e integrados no mosaico territorial local onde se inserem ao em vez de serem totalmente artificializados, como habitualmente ocorre.

No entanto, a quando da sua recuperação, torna-se necessário adequar a operação de recuperação ao objectivo desta. Neste sentido, as técnicas de engenharia natural devem também ser vistas como oportunidades na requalificação não só dos sistemas fluviais como dos restantes sistemas naturais ainda existentes no território. Estas técnicas promovem a coexistência entre os sistemas antropogenizados e os sistemas naturalizados através da adaptação na recriação dos últimos ao novo contexto criado à sua volta, tendo sido esse um dos objectivos da presente dissertação.

A análise realizada ao local em estudo revela o referido anteriormente, tendo sido observada ao longo do tempo a fragmentação e degradação dos sistemas naturais existentes na zona, sistemas esses que incluem zonas de floresta, matos e corredores ripícolas. Também se verificou que no seu estado natural (ausência de urbanização) a bacia hidrográfica não teria tendência para a ocorrência de cheias, situação que não se verifica na actualidade. Tal ocorre pois a extensa e descontrolada

urbanização que a bacia sofreu ao longo do tempo levou ao aumento das áreas impermeabilizadas o que contribui para o aumento da frequência e magnitude das cheias.

No entanto, apesar do panorama não ser animador foram observadas oportunidades para se proceder à minimização dos efeitos desta fragmentação, efeitos esses que vão desde a diminuição da biodiversidade a nível local, diminuição da qualidade do ambiente urbano e possibilidade da ocorrência de prejuízos de ordem financeira devido à impermeabilização de grande parte da área de estudo. Para tal é possível proceder à requalificação de zonas onde tal seja possível, pretendendo-se reconstruir um corredor que possa servir de área de lazer para a população ao mesmo tempo que permite o desenvolvimento e tráfego de espécies de fauna terrestre e o florescimento de espécies de flora autóctone, voltando a conectar o Homem ao ambiente natural.

Foi com este propósito que a Proposta de Requalificação e Valorização Ambiental foi realizada, propondo-se esta a criar um modelo inicial para o desenvolvimento de um corredor de união entre a população e o ambiente natural, corredor esse que tem o seu centro no sistema fluvial local e demonstrando assim a sua importância.

É necessário referir que grande parte dos elementos inseridos na proposta tiveram como objectivo a promoção da biodiversidade local através da criação de espaços que promovam o desenvolvimento das espécies de flora e o trânsito de espécies de fauna, a promoção da atractividade do local para todas as fixas etárias, pretendendo-se também transmitir informação acerca do local e o porquê da sua importância e também promover o menor consumo energético possível para este. Refere-se também que a proposta pretende demonstrar que por mais artificializado que um local esteja existem sempre oportunidades para a sua melhoria.

Relativamente a desenvolvimentos futuros, recomenda-se uma avaliação em maior detalhe dos caudais necessários ao dimensionamento do canal, através da utilização de dados de precipitação mais precisos, recomendando-se também a avaliação da estabilidade do canal e a análise dos sedimentos presentes no leito, de modo a ser feita uma caracterização da variação destes de acordo com a variação do caudal. Tendo em consideração a existência das linhas de água estudadas e linhas de água a Norte e Oeste da BHRA, estas, e as respectivas margens, podem ser o objecto de um estudo acerca da viabilidade e possível elaboração de uma proposta para a criação de uma rede de corredores fluviais. Esta rede de corredores seria criada tendo presente os objectivos da presente dissertação (ou outros que pudessem ser eventualmente criados), sendo estes concretizados através da requalificação das ribeiras existentes, permitindo esta a conexão de manchas verdes que se encontram de momento isoladas umas das outras, fazendo parte destas manchas o Sapal de Corroios, Parque da Paz e Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica. Esta rede de corredores fluviais poderia permitir o livre trânsito de fauna terrestre entre os três locais, promovendo o aumento da biodiversidade nestes.

Bibliografia

APA. (2007). *Atlas do Ambiente*. Acedido em 23 de Setembro de 2010, em <http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp>

Afonso, M. (2007). *Espaços verdes e a transformação do ambiente urbano. Caso de estudo: a cidade de Lisboa*. Tese de Mestrado em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental.FCT-UNL. Lisboa.

Aguiar, F. (2004). *Vegetação ripícola em sistemas fluviais mediterrânicos. Influência dos ecossistemas envolventes*.Tese de Doutoramento em Engenharia Florestal. ISA-UTL. Lisboa

Aguiar, F. (2008). *Galerias ribeirinhas mediterrânicas - oásis lineares*. ISA-UTL. Lisboa.

AIPIN. (2003). *Regolamento per l'attuazione degli interventi di Ingegneria Naturalistica nel territorio della Regione Campania - Allegato tecnico*. Relatório Técnico. Regione Campania, Itália.

Alabyan, A., & Chalov, R. (1998). Types of river channel patterns and their natural controls. *Earth Surface Processes and Landforms*. 23: 467-474.

Álvares, M., & Pimenta, M. (1998). Erosão hídrica e transporte sólido em pequenas bacias hidrográficas. *4º Congresso da Água - "A Água como Recurso Estruturante do Desenvolvimento"*. Lisboa, 1998.

Alves, J., Santo, M., Costa, J., Gonçalves, J., & Lousã, M. (1998). *Habitats Naturais e Seminaturais de Portugal Continental: tipos de habitats mais significativos e agrupamentos vegetais característicos*.ICNB. Lisboa.

Amorim, L. (2005). *Intervenções em linhas de água: contribuição para uma solução mais sustentável*. CCDR-Norte. Porto.

Arsénio, P. (2003). *Vegetação da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica*. Relatório de Prova de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. ISA-UTL, Secção Autónoma de Arquitectura Paisagista. Lisboa.

Avelino, J. (2005). A segunda geração de Planos Directores Municipais: desafios e oportunidades para os concelhos e cidades de média dimensão. O exemplo de Santarém. *X Colóquio Ibérico de Geografia - A Geografia Ibérica no Contexto Europeu*. Évora, 2005.

Barrett, P. (1980). The shape of rock particles, a critical review. *Sedimentology*. 27: 291-303.

Basson, G. (2004). Hydropower Dams and Fluvial Morphological Impacts - An African Perspective. *United Nations Symposium on Hydropower and Sustainable Development*. Pequim, 2004.

Booth, D., & Jackson, C. (1997). Urbanization of aquatic systems: degradation thresholds, stormwater detection and the limits of mitigation. *Journal of the American Water Resources Association*. 33: 1077-1090.

Booth, D., Karr, J., Schauman, S., Konrad, C., Morley, S., Larson, M., Burges, S.. (2004). Reviving urban streams: land use, hydrology, biology and human behavior. *Journal of the American Water Resources Association*. 40: 1351-1364.

CACÉMPOLIS. (2003). *Programa Polis - Plano Estratégico do Cacém*. Acedido em: 17 de Maio de 2010, em <http://polis.sitebysite.pt/cacem>

Cardoso, A. (1998). *Hidráulica Fluvial*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Carvalho, L. (2008). *Metodologias para a avaliação integrada dos impactos cumulativos em sistemas fluviais de pequenas bacias sujeitas a elevadas pressões antropogénicas*. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto. Porto.

Chason, H. (2004). *Hydraulics of open channel flow: an introduction*. Elsevier. Oxford.

Collinson, J., & Thompson, D. (1989). *Sedimentary structures*. Unwin Hyman. Londres.

Correia, F. (1984). *Alguns procedimentos adoptados pelo Soil Conservation Service para o estudo do impacto da urbanização nos caudais de cheia*. LNEC. Lisboa.

Correia, F., Cruz, J., Rolando, M., Liberato, P., & Morbey, L. (2000). *Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental de Cidades*. MAOT. Lisboa.

Correia, M. (2003). *Utilização de Detecção Remota para a Monitorização Temporal do Uso do Solo no Estuário do Tejo*. Tese de Mestrado em Gestão dos Recursos Biológicos. Universidade de Évora. Évora.

Costa, J., Aguiar, C., Capelo, J., Lousã, M., & Neto, C. (1998). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea*. 0: 5-56.

COSTAPOLIS. (2003). *Programa Polis - Plano Estratégico da Costa de Caparica*. Acedido em 17 de Maio de 2010, em <http://www.costapolis.pt/>

Crespo, C. (2009). *Parque da Paz: Fauna e Flora*. Divisão de Informação e Relações Públicas do Parque da Paz. Almada.

De Antonis, L., & Molinari, V. (2007). *Ingegneria Naturalistica - nozioni e tecniche di base*. Direzione Economia Montana e Foreste. Regione Piemonte.

Extruplás. (2010). *Extruplás*. Acedido em 20 de Janeiro de 2011, em <http://www.extruplas.com/>

Fernandes, J. (1987). *O Projecto Construtivo em Engenharia Biofísica*. Departamento de Planeamento Biofísico e Paisagístico, Universidade de Évora. Évora.

FISRWG. (1998). *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practies*. Federal Interagency Stream Restoration Working Group. EUA.

Florineth, F., & Molon, M. (2004). *Diuspensa di Ingegneria Naturalistica 2004/2005*. Università di Bodenkultur. Viena.

Gameiro, A. (2010). *Proposta de requalificação fluvial de um troço da Ribeira das Vinhas, Cascais*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil Engenharia Ecológica. FCT-UNL. Lisboa.

Gibbard, P., & Kolfschoten, T. (2005). The Pleistocene and Holocene Series. *A Geologic Time Scale* . Cambridge: Cambridge University Press 589 pp.

Gómez Orea, D. (2008). *Ordenación Territorial*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

- Gonzalez del Tánago, M., & Garcia de Jalón, D. (1998). *Restauracion de rios y riberas*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Hwang, K. (2004). *Restoring Cheonggyecheon Stream in the Downtown Seul*. Acedido em 15 de Dezembro de 2010, em <http://www.globalrestorationnetwork.org>
- INMG. (1991). *O Clima de Portugal: Normais Climatológicas da Região de "Ribatejo e Oeste", Correspondentes a 1951-1980*. Fascículo XLIX, Vol 2, 2ª Região: Lisboa.
- Knighton, D. (1989). *Fluvial forms and processes*. Edward Arnold. Londres.
- Knighton, D., & Nanson, G. (1993). Anastomosis and the continuum of channel pattern. *Earth Surface Processes and Landforms*. 18: 613-625
- Konrad, C., & Booth, D. (2005). Hydrologic changes in urban streams and their ecological significance. *American Fisheries Society Symposium*. 47: 157-177.
- Lee, Y. (2005). Cheonggyecheon Restoration and Urban Development. *The International Workshop on Project Management*. Japan.
- Lencastre, A. (1991). *Hidráulica geral*. Hidroprojecto. Lisboa.
- Lencastre, A., & Franco, F. (2006). *Lições de Hidrologia - 3ª edição*. Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Almada.
- Leopold, L., & Maddock, T. (1953). *The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications*. United States Department of the Interior. Washington.
- MA. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo, 1ª fase-Análise e Diagnóstico da Situação de Referência: Subsistema Ambiental*. Volume III: Lisboa.
- Magalhães, M. (2001). *A Arquitectura Paisagista, morfologia e complexidade*. Editorial Estampa. Lisboa.
- MAOTDR. (2007). *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território - Relatório*. Acedido em 01 de Julho de 2010, em <http://www.dgotdu.pt/PNPOT/>
- Moreira, I., & Duarte, M. (2002). Comunidades vegetais aquáticas e ribeirinhas. in Moreira, I., Ferreira, M., Cortes, R., Pinto, P., Almeida, P. *Ecossistemas aquáticos e ribeirinhos* (pp. 3.3-3.30). Instituto da Água. Lisboa.
- Moreira, I., Aguiar, F., Costa, J., Duarte, M., Fabião, A., Ferreira, M.; Ramos, I., Lousã, M., Saraiva, M. (1999). *As Galerias Ribeirinhas na Paisagem Mediterrânica: Reconhecimento na Bacia Hidrográfica do Rio Sado*. Lisboa: ISA Press.
- Morgado, K. (2001). *Manutenção de Cursos de Água: Proposta de Manutenção e de Recuperação da Ribeira dos Coalhos*. Trabalho de fim do Curso de Arquitectura Paisagista. ISA-UTL. Lisboa.
- Morisawa, M. (1985). *Rivers: form and process*. Longman. New York.
- Morris, S., & Moses, T. (1999). Urban Stream Rehabilitation: A Design and Construction Case Study. *Environmental Management*. 23: 165-177.

Naiman, R., & Décamps, H. (1997). The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 28: 621-658.

Partidário, M. R. (1999). *Introdução ao Ordenamento do Território*. Universidade Aberta. Lisboa.

Patrício, M. (2009). *Avaliação do Programa Polis em Leiria através da Satisfação dos Agentes Locais*. Tese de Mestrado em Engenharia do Território. IST-UTL. Lisboa.

Paul, M., & Meyer, J. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 32: 333-365.

Pereira, A. (2001). *Guia de Requalificação e Limpeza de Linhas de Água*. INAG - Direcção de Serviços de Utilizações do Domínio Hídrico. Lisboa.

Pestana, C., Pinto-Leite, J., & Marques, N. (2009). O Programa Polis como impulsionador da regeneração urbana. *1º Congresso de desenvolvimento Regional de Cabo Verde*, Cabo Verde, 2009. pp. 1754-1781.

Pinto, M. (2009). *A eficácia do PDM no controlo da Dispersão Urbana: o caso do município de Alijó*. Tese de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Queirós, M., & Vale, M. (2005). Ambiente Urbano e Intervenção Pública: o Programa POLIS. X *Colóquio Ibérico de Geografia - A Geografia Ibérica no Contexto Europeu*. Évora, 2005.

Riley, A. (1998). *Restoring Streams in Cities: A Guide for PLanners, Policymakers and Citizens*. Island Press. Washington D.C.

Santamaria, J., & Cho, G. (2004). Soil behaviour: The role of particle shape. *Proc. Skempton Conference*. Londres, 2004.

Saraiva, M. (1999). *O Rio como Paisagem - Gestão de Corredores Fluviais no Quadro do Ordenamento do Território*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.

Saraiva, M. (2010). Requalificação em Meio Urbano - Exemplos e Perspectivas. *Jornadas de Requalificação Fluvial*. Lisboa, 2010.

Saraiva, M., Almodovar, M., Seixas, A., Cabral, L., & Gomes, J. (1998). *Recomendações para protecção e estabilização de cursos de água*. Ministério do Planeamento e Administração do Território - Secretaria de Estado do Ambiente e Recursos Naturais, Direcção Geral dos Recursos Naturais. Lisboa.

Sarvan, E. (2007). *Life in the City: Innovative solutions for Europe's urban environment*. Environment Directorate-General. Bruxelas.

Selley, R. (1982). *An introduction to Sedimentology*. Academic Press Londres.

SERI. (2004). *Natural Capital and Ecological Restoration*. Acedido em 20 de Maio de 2010, em <http://www.ser.org/content/Naturalcapital.asp#2>

Silva, L. (2009). *Proposta de requalificação biofísica e paisagística de um troço da Ribeira da Trogela*. trabalho de fim de Curso de Engenharia Biofísica. Universidade de Évora, Évora.

Soinca. (2008). *Equipamento Geriátrico*. Acedido em 20 de Fevereiro de 2011, em: <http://www.soinca.pt/>

Strahler, A. (1975) *Physical Geography*. John Wiley & Sons, New York.

Teiga, P. (2003). *Reabilitação de Ribeiras em Zonas Edificadas*. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em Engenharia do Ambiente (Hidráulica e Recursos Hídricos). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto.

Tenedório, J. (1998). *Télédétection en Milieu Périurbain - Détection et Localisation du Changement de l'Occupation du Sol par Intégration des Données-satellite SPOT HRV dans un Système d'Information Géographique*. Université de Paris XII. França.

Venti, D., Bazzurro, F., Gibelli, G., Palmeri, F., Uffreduzzi, T., & Venanzoni, R. (2003). *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni*. Agenzia Umbria Ricerche. Terni.

WISEUPÓLIS. (2003). *Programa Polis - Plano Estratégico de Viseu*. Acedido em 17 de Maio de 2010, em <http://polis.sitebysite.pt/viseu/index.ph>

Anexos

Tabela 1.1 - Caracterização da fauna potencial (Fonte: SIPNAT)

Classe	Nome científico	Nome comum	Estatuto de conservação
Amphibia	<i>Bufo bufo</i>	Sapo	Pouco preocupante
	<i>Discoglossus galganoi</i>	Rã-de-focinho-pontiagudo	Quase ameaçado
	<i>Hyla arborea</i>	Rela	Pouco preocupante
	<i>Bufo calamita</i>	Sapo-corredor	Pouco preocupante
	<i>Hyla meridionalis</i>	Rela-meridional	Pouco preocupante
	<i>Pelobates cultripes</i>	Sapo-de-unha-negra	Pouco preocupante
	<i>Pleurodeles waltl</i>	Salamandra-de-costelas-salientes	Pouco preocupante
	<i>Rana perezi</i>	Rã-verde	Pouco preocupante
	<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandra-de-pintas-amarelas	Pouco preocupante
	<i>Triturus boscai</i>	Tritão-de-ventre-laranja	Pouco preocupante
	<i>Triturus marmoratus</i>	Tritão-marmorado	Pouco preocupante
Aves	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Rouxinol-dos-caniços	Quase ameaçado
	<i>Actitis hypoleucos</i>	Maçarico-das-rochas	Vulnerável
	<i>Aegithalos caudatus</i>	Chapim-rabilongo	Pouco preocupante
	<i>Alcedo atthis</i>	Guarda-rios	Pouco preocupante
	<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz	Pouco preocupante
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato-real	Pouco preocupante
	<i>Apus apus</i>	Andorinhão-preto	Pouco preocupante
	<i>Ardea cinerea</i>	Garça-real	Pouco preocupante
	<i>Athene noctua</i>	Mocho-galego	Pouco preocupante
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-boieira	Pouco preocupante
	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Calhandrinha-galuncha	Pouco preocupante
	<i>Carduelis cannabina</i>	Pintarroxo	Pouco preocupante
	<i>Carduelis chloris</i>	Verdilhão	Pouco preocupante
	<i>Carduelis carduelis</i>	Pintassilgo	Pouco preocupante
	<i>Certhia brachydactyla</i>	Trepadeira-do-sul	Pouco preocupante
	<i>Cettia cetti</i>	Rouxinol-bravo	Pouco preocupante
	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Borrelho-de-coleira-interrompida	Pouco preocupante
	<i>Ciconia ciconia</i>	Cegonha-branca	Pouco preocupante
	<i>Columbia livia</i>	Pombo-das-rochas	Informação insuficiente
	<i>Columba palumbus</i>	Pombo-torcaz	Pouco preocupante
	<i>Corvus corone</i>	Gralha-preta	Pouco preocupante
	<i>Cuculos canorus</i>	Cuco	Pouco preocupante
	<i>Dendrocopos major</i>	Pica-pau malhado	Pouco preocupante
	<i>Egretta garzetta</i>	Garça-branca	Pouco preocupante
	<i>Emberiza calandra</i>	Trigueirão	Pouco preocupante
	<i>Emberiza cirius</i>	Escrevedeira-de-garganta-preta	Pouco preocupante
	<i>Estrilda astrilda</i>	Bico-de-lacre	Não aplicável

Tabela 1.1 - Caracterização da fauna potencial (Fonte: SIPNAT) (Continuação)

Classe	Nome científico	Nome comum	Estatuto de conservação
Aves	<i>Falco tinnunculus</i>	Peneireiro	Pouco preocupante
	<i>Fringilla coelebs</i>	Tentilhão	Pouco preocupante
	<i>Fulica atra</i>	Galeirão	Pouco preocupante
	<i>Galerida cristata</i>	Cotovia-de-poupa	Pouco preocupante
	<i>Gallinago gallinago</i>	Narceia	Criticamente em perigo
	<i>Gallinula chloropus</i>	Galinha d'água	Pouco preocupante
	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Águia calçada	Quase ameaçado
	<i>Himantopus himantopus</i>	Pernilongo	Pouco preocupante
	<i>Hippolais polyglotta</i>	Felosa-poliglota	Pouco preocupante
	<i>Hirundo daurica</i>	Andorinha daurica	Pouco preocupante
	<i>Hirundo rustica</i>	Andorinha-das-chaminés	Pouco preocupante
	<i>Lanius meridionalis</i>	Picanço-real	Pouco preocupante
	<i>Lanius senator</i>	Picanço-barreteiro	Quase ameaçado
	<i>Larus fuscus</i>	Gaivota d'asa escura	Vulnerável
	<i>Larus michaehellis</i>	Gaivota-de-patas-amarelas	Pouco preocupante
	<i>Lullula arborea</i>	Cotovia-dos-bosques	Pouco preocupante
	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rouxinol-comum	Pouco preocupante
	<i>Merops apiaster</i>	Abelharoco	Pouco preocupante
	<i>Milvus migrans</i>	Milhafre-preto	Pouco preocupante
	<i>Motacilla alba</i>	Alvéola-branca	Pouco preocupante
	<i>Muscicapa striata</i>	Taralhão-cinzento	Quase ameaçado
	<i>Oriolus oriolus</i>	Papa-figos	Pouco preocupante
	<i>Parus ater</i>	Chapim-carvoeiro	Pouco preocupante
	<i>Parus caeruleus</i>	Chapim-azul	Pouco preocupante
	<i>Parus cristatus</i>	Chapim-de-poupa	Pouco preocupante
	<i>Parus major</i>	Chapim-real	Pouco preocupante
	<i>Passer domesticus</i>	Pardal-de-telhado	Pouco preocupante
	<i>Passer montanus</i>	Pardal-montês	Pouco preocupante
	<i>Picus viridis</i>	Peto-real	Pouco preocupante
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rabirruivo-comum	Pouco preocupante
	<i>Rallus aquaticus</i>	Frango d'água	Pouco preocupante
	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Alfaiate	Quase ameaçado
	<i>Riparia riparia</i>	Andorinha-das-barreiras	Pouco preocupante
	<i>Saxicola torquatus</i>	Cartaxo-comum	Pouco preocupante
	<i>Serinus serinus</i>	Milheirinha	Pouco preocupante
	<i>Sitta europaea</i>	Trepadeira-comum	Pouco preocupante
	<i>Sterna albifrons</i>	Chilreta	Vulnerável
	<i>Sterna hirundo</i>	Gaivina-comum	Em perigo
	<i>Streptopelia decaocto</i>	Rola-turca	Pouco preocupante
	<i>Streptopelia turtur</i>	Rola-brava	Pouco preocupante
	<i>Strix aluco</i>	Coruja-do-mato	Pouco preocupante
	<i>Sturnus unicolor</i>	Estorninho-preto	Pouco preocupante
	<i>Sylvia atricapilla</i>	Toutinegra-de-barrete	Pouco preocupante

Tabela 1.1 - Caracterização da fauna potencial (Fonte: SIPNAT) (Continuação)

Classe	Nome científico	Nome comum	Estatuto de conservação
Aves	<i>Sylvia undata</i>	Toutinegra-do-mato	Pouco preocupante
	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Mergulhão-pequeno	Pouco preocupante
	<i>Tingra totanus</i>	Perna-vermelha	Criticamente em perigo
	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Carriça	Pouco preocupante
	<i>Turdus merula</i>	Melro	Pouco preocupante
	<i>Turdus viscivorus</i>	Tordoveia	Pouco preocupante
	<i>Tyto alba</i>	Coruja-das-torres	Pouco preocupante
Mammalia	<i>Mustela putorius</i>	Toirão	Informação insuficiente
Osteichthyes	<i>Cobitis paludica</i>	Verdemã-comum	Pouco preocupante
Reptilia	<i>Acanthodactylus erythrus</i>	Lagartixa-de-dedos-denteados	Quase ameaçado
	<i>Chalcides striatus</i>	Fura-pastos	Pouco preocupante
	<i>Coronella girondica</i>	Cobra-lisa-meridional	Pouco preocupante
	<i>Elaphe scalaris</i>	Cobra-de-escada	Pouco preocupante
	<i>Emys orbicularis</i>	Cágado-de-carapaça-estriada	Em perigo
	<i>Lacerta lepida</i>	Lagarto	Pouco preocupante
	<i>Malpolon monspessulanus</i>	Cobra-rateira	Pouco preocupante
	<i>Mauremys leprosa</i>	Cágado	Pouco preocupante
	<i>Podarcis carbonelli</i>	Lagartixa de Carbonell	Vulnerável
	<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartixa-ibérica	Pouco preocupante
	<i>Psommodromus algirus</i>	Lagartixa-do-mato	Pouco preocupante
	<i>Psammodromus hispanicus</i>	Lagartixa-do-mato-ibérica	Quase ameaçado
	<i>Tarentola mauritanica</i>	Osga	Pouco preocupante
	<i>Vipera latastei</i>	Vibora-cornuda	Vulnerável

Tabela 1.2 - Dados de PMDA (mm) utilizados (Fonte: SNIRH)

Ano	Estações		
	Cacém	Azeitão	Alcochete
1976	47,92	34,5	24
1977	65,32	42,3	40,3
1978	41,69	66,3	43,2
1979	74,6	55,7	30,2
1980	37	50	43,7
1981	57,2	36,2	27,1
1982	54,5	73,2	98
1983	173,8	96,5	43,3
1984	49	105,4	99
1985	44,4	72	28,6
1986	38,5	73,4	32

Tabela 1.2 - Dados de PMDA (mm) utilizados (Fonte: SNIRH) (Continuação)

Ano	Estações		
	Cacém	Azeitão	Alcochete
1987	35	54	35
1988	63,6	48,5	40,5
1989	40	38	30,5
1990	37,8	67,5	58,3
1991	44	87,5	44,5
1992	28,2	45	25,5
1993	48,2	38,5	56,5
1994	58	98,5	56,5
1995	32	51,5	27
1996	70,1	52,5	40,5
1997	31,2	41,2	39,5
1998	52,7	73,5	119,5
1999	46,2	53,5	43,5
2000	54,1	67,3	58,3
2001	52,2	76,5	38
2002	42	31,6	28,8
2003	29,2	51,1	34,8
2004	39,4	19,1	29,2
2005	30,9	37,2	33,9



Figura 1.1 - Equipamento para desporto a utilizar no Parque Desportivo (Fonte: Soinca, 2008)

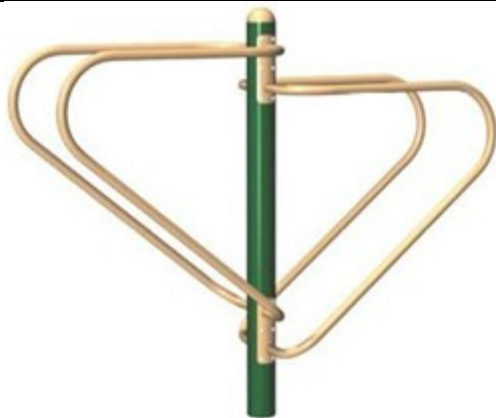


Figura 1.1 - Equipamento para desporto a utilizar no Parque Desportivo (Fonte: Soinca, 2008)
(Continuação)



Figura 1.1 - Equipamento para desporto a utilizar no Parque Desportivo (Fonte: Soinca, 2008)
(Continuação)



Figura 1.2 - Exemplos de estruturas em plástico 100% reciclado a utilizar (Fonte: Extruplás, 2010)



**Figura 1.2 - Exemplos de estruturas em plástico 100% reciclado a utilizar (Fonte: Extruplás, 2010)
(Continuação)**